

Министерство просвещения Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
(ФГБОУ ВО УрГПУ)
Институт математики, физики, информатики и технологий
Кафедра информатики, информационных технологий и методики обучения информатике

РАЗРАБОТКА МУЛЬТИМЕДИЙНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО WEB-РЕСУРСА ПО СОЗДАНИЮ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ 3D-ПЕЧАТИ

Выпускная квалификационная работа
бакалавра по направлению подготовки
09.03.03 «Прикладная информатика»
профиль «Прикладная информатика в сервисе»

Работа допущена к защите:
«____» _____ 2021 г
Заведующий кафедрой ИИТиМОИ
М.В. Лапенков

(подпись)

Руководитель ОПОП:
Л.В. Сардак

(подпись)

Исполнитель:
студент группы ПИ-1601z
В.Д. Сухнев

(подпись)

Научный руководитель:
к.п.н., доцент кафедры ИИТиМОИ
А.М. Тимирова

(подпись)

Екатеринбург 2021

РЕФЕРАТ

Сухнев В.Д. РАЗРАБОТКА МУЛЬТИМЕДИЙНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО WEB-РЕСУРСА ПО СОЗДАНИЮ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ 3D-ПЕЧАТИ, выпускная квалификационная работа: 72 с., 43 рис., 5 табл., 42 источн., 3 прил.

Ключевые слова: РАЗРАБОТКА 3D-МОДЕЛЕЙ, ТЕХНОЛОГИИ 3D-ПЕЧАТИ, 3D-ПРИНТЕРЫ, МУЛЬТИМЕДИЙНЫЙ WEB-РЕСУРС, МОДЕЛИРОВАНИЕ В BLENDER, 3D-СЛАЙСЕР, G-CODE

Объект исследования: процесс разработки моделей для печати на 3D-принтере.

Цель работы – разработать мультимедийный информационно-образовательный web-ресурс по созданию и подготовке к печати моделей на 3D-принтере.

Проведены анализ и сравнение средств и технологий 3D-печати, выбор программных средств создания 3D-моделей для печати на принтерах, выбор программно-технологических средств разработки структуры и содержания мультимедийного web-ресурса.

В работе описаны процессы разработки 3D-моделей в графическом редакторе Blender, подготовки готовой модели к 3D-печати с помощью программы Cura Ultimaker.

Для апробации полученного материала был разработан мультимедийный web-ресурс how3d.ru. Сайт представляет собой законченный продукт, который может быть использован в качестве информационно-образовательного средства для приобретения и совершенствования знаний и умений в области разработки моделей для печати на 3D-принтерах.

Содержание

ВВЕДЕНИЕ.....	4
1 ПРОГРАММНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ 3D-ПЕЧАТИ.....	6
1.1 Краткий обзор технологий и средств 3D-печати.....	6
1.2 Средства и технологии разработки и подготовки 3D-моделей для печати на принтере.....	17
1.3 Программные средства разработки информационных web-ресурсов....	24
1.4 Техническое задание.....	28
2 РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО WEB- РЕСУРСА ПО СОЗДАНИЮ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ 3D-ПЕЧАТИ.....	32
2.1 Разработка 3D-модели и подготовка к печати.....	32
2.2 Разработка мультимедийного web-ресурса.....	42
2.3 Описание разработанных мультимедийных образовательных материалов и проведения апробации.....	48
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	56
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	57
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	61

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность исследования. В современном мире активно стала применяться технология 3D-печати. Эта технология была разработана уже давно, но только сейчас, в условиях быстрого развития цифровых технологий, она раскрыла свой потенциал и с каждым годом применяется во все более широких областях научно-практической деятельности человека. В настоящее время 3D-печать уже нашла своё применение в производстве металлических деталей, пластика, в области медицины, моделировании, научных областях. В России эта технология появилась не так давно, её начали использовать активнее в связи с возросшими доступностью материалов и технической информационной грамотностью населения, снижением цены на 3D-принтеры. Однако качественных, в достаточной мере полных и наглядных информационных ресурсов для приобретения знаний и умений в области разработки моделей и их подготовки для 3D-печати – чрезвычайно мало. Найденные нами материалы носят фрагментарный характер, не описывают процесс разработки целостно.

Объект исследования: процесс разработки моделей для печати на 3D-принтере.

Цель работы: разработать мультимедийный информационно-образовательный web-ресурс по созданию моделей для 3D-печати.

В соответствии с целью работы были определены следующие **задачи**:

1. Провести обзор распространенных в России средств и технологий 3D-печати и анализ характеристик, влияющих на процесс разработки 3D-модели.
2. Провести анализ и выбор средств и технологий разработки и подготовки 3D-моделей для печати на принтере.
3. Провести анализ и выбор средств и технологий создания информационных мультимедийных web-сайтов.

4. В соответствии с техническим заданием разработать функциональную структуру и содержание мультимедийного web-ресурса по созданию 3D-моделей для печати на принтере.

1 ПРОГРАММНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ 3D-ПЕЧАТИ

1.1 Краткий обзор технологий и средств 3D-печати

Первые устройства для 3D-печати появились относительно недавно и были предназначены для изготовления простых деталей и игрушек. Однако в настоящее время сферы применения 3D-печати разнообразны и продолжают расширяться (медицина, наука, промышленность, архитектура и строительство, авиастроение, образование).

Понятие 3D-печати неоднозначно. Технология 3D-печати относится к аддитивным технологиям, при которых изготовление деталей происходит за счёт добавления материала до получения готовой модели, без «отнимающих» технологий (например, при фрезеровке материал удаляется с заготовок). Многие традиционные методы можно было бы отнести к «аддитивным», например, склёпывание или литье. Однако в этих случаях требуется или расход материалов на изготовление специфических инструментов (при литье), или весь процесс сводится к соединению уже готовых деталей (при сварке, клепке и пр.) [38.]. Чтобы технология классифицировалась как «3D-печать», необходимо построение конечного продукта из сырья, а не заготовок, а формирование объектов должно быть произвольным – то есть без использования форм. Последнее означает, что «аддитивное производство» требует программной составляющей, то есть требует управления с помощью компьютеров, чтобы форму конечных изделий можно было определять за счет построения цифровых моделей. Именно этот фактор и задержал широкое распространение 3D-печати до того момента, когда числовое программное управление и 3D-проектирование стали общедоступными и высокопроизводительными [18.].

Технологий 3D-печати много, названий же для них еще больше – ввиду патентных ограничений. Тем не менее, можно выделить технологии по основным направлениям: экструзионная печать, плавка, спекание (или

склеивание), стереолитография, ламинирование. Наиболее популярными методами 3D-печати, применяемыми в быту и в офисных условиях стали моделирование методом послойного наплавления (FDM) и лазерная стереолитография (SLA).

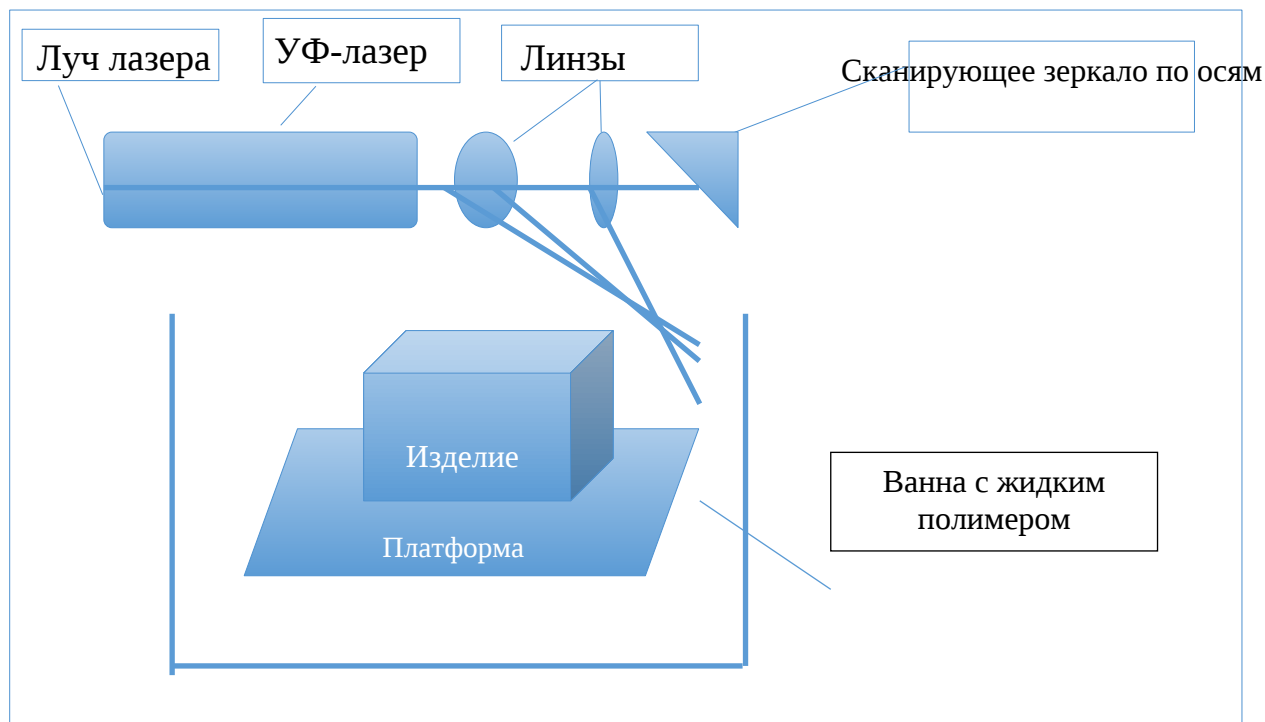


Рисунок . Работа 3D-принтера на технологии стереолитографии

Первый принтер, который изобрели и запатентовали, был изобретен *Чарльзом Халом* в 1986 году. Этот 3D-принтер работал по технологии стереолитографии: модель создавалась послойно с помощью фотополимерного материала на движущуюся рабочую поверхность [39].

Есть и другие технологии 3D-печати, открытые и запатентованные разными изобретателями. Самая популярная технология 3D-печати, метод послойного наплавления (FDM), была запатентована в 1988 году *Скоттом Крампом*, а метод селективного лазерного спекания был запатентован *Карлом Декартом* в 1986 году. Таким образом, технологии 3D-печати не так уж и новы, но сами устройства поменяли свой вид, стали более точные, быстрые, работающие на новых разнообразных материалах для печати. Соответственно расширилась и область применения технологии 3D-печати.

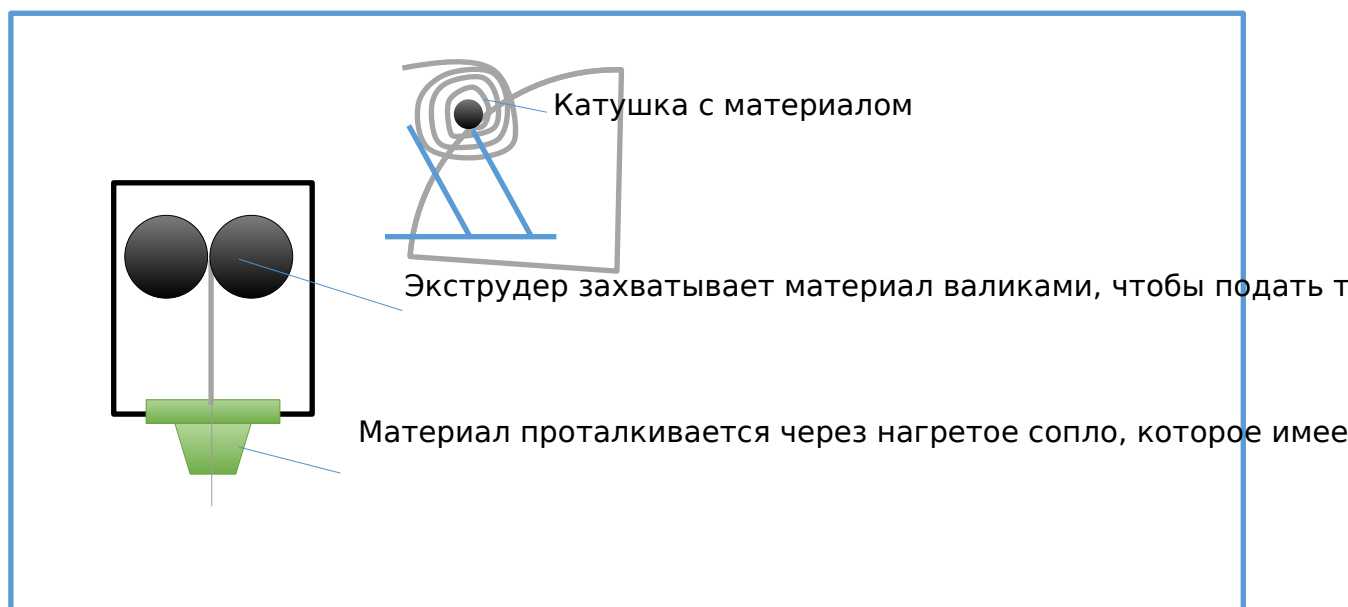


Рисунок 2. Принцип печати по FDM технологии

В настоящее время технологии 3D-печати позволяют создавать медицинские прототипы, например почку или зуб, возводить дома с помощью технологии FDM, выдавливая цементную смесь слой за слоем [31.]. Конечно, технологии могут применяться и в менее масштабных проектах, например в науке, в образовании, кулинарии, домашнем производстве. Некоторые технологии более дорогие, чем другие, например стереолитография одна из самых дорогих, сами установки огромные, но зато очень большая точность печати (до 10 микрон, для сравнения, у человеческого волоса толщина 60-80 микрон). Другие технологии менее дорогие, например FDM. Оборудование может быть небольших размеров, использоваться разный материал, причем одновременно, может быть хорошая гибкость или хорошая прочность.

В современном мире существует множество 3D-принтеров, что бы разобраться, какой принтер нам нужен и для чего, нужно провести аналитическую часть по подбору принтера, исходя из требований к принтеру, бюджета для покупки и назначению. Помимо самого 3D-принтера нужны еще дополнительные средства для того, что бы напечатать модель – это материал, из которого будет создаваться объект и программное обеспечение в виде 3D проектирования.

Рассмотрим основные виды технологии 3D-печати:

1. **FDM** (*Fused Deposition Modeling* – моделирование методом послойного наплавления) – технология, в которой материал для 3D-печати выдавливается послойно. Материалы могут быть разными, начиная от шоколада, воска, пластика, заканчивая гелем для медицины. Популярная технология на данное время.

2. Технология **Polyjet** – особое применение нашла в медицине и в изготовлении прототипов (протезы, имплантаты). Процесс похож на *FDM* технологию, материал подается через множество небольших сопел, происходит полимеризация на поверхности под воздействием ультрафиолетового излучения. Большой плюс этой технологии в том, что можно печатать разными материалами (гибкий материал в сочетании с твердым). Популярность не столь велика из-за дороговизны материалов и хрупкости модели [41.].

3. **SLA** (*StereoLithography* – лазерная стереолитография) – технология, похожая на *Polyjet*, но материал может быть использован только один. Печать происходит в ванночке с жидким полимером, где так же под воздействием ультрафиолетового излучения луч лазера проходит по полимеру и он полимеризуется. Как слой будет готов, платформа с деталью опускается, жидкий полимер заполняет пустоту, далее запекается следующий слой и так далее. Это не самая популярная технология из-за токсичности фотополимера и дорогого оборудования. Зато скорость печати и его точность (до 10 микрон).

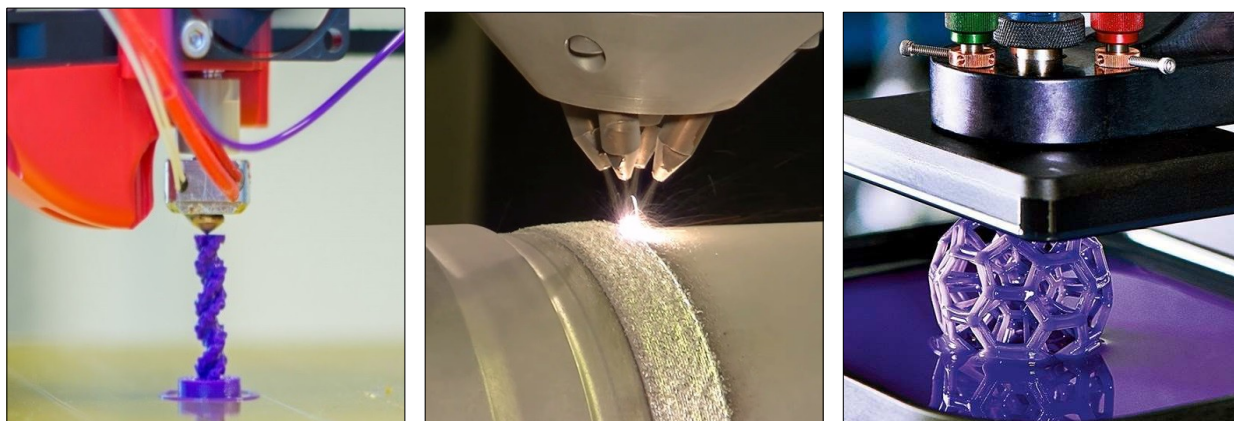


Рисунок 3. FDM, LENS и SLA технологии.

4. **SLS** (*Laser Sintering* – селективное лазерное спекание) – технология так же похожа на *SLA*, но вместо фотополимера используется порошок, который спекает лазер. У технологии расширенное применение материалов, например воск, нейлон, сталь или титан. Технология хороша для прототипирования, но существуют множество недостатков, например долгое остывание изготовленных деталей или пористая поверхность.

5. **LENS** (*Laser Engineered Net Shaping* – лазерное формирование сетки) – материал выдувается из сопла и сразу попадает под лазерный луч, после чего спекается и образует 3D-деталь. Может применяться в промышленности и медицине, из материалов использовался пластик, но затем для данной технологии стал популярен титан или сталь. Имеет узкую область применения.

6. **3DP** (*Three Dimensional Printing* – трехмерная печать) – технология создания 3D-моделей посредством порошка и клея. На каждый слой подается клей и за ним порошок, в итоге чего получается материал, похожий на гипс. В клей можно добавлять красящие материалы, в результате чего получаются цветные объекты. Популярная технология со своими преимуществами и недостатками. Технология на выходе безвредна, можно печатать дома, из материала порошок может состоять из пластика, металла, дерева, даже сахар или шоколадный порошок (клей берется пищевой). Из недостатков печать до 100 микрон и грубая, требующая дальнейшую обработку поверхность.

7. **LOM** (*Laminated Object Manufacturing* – производство ламинированных объектов) – 3D модели данной технологии создаются из пластика или алюминия. Каждый лист материала вырезается с помощью специального ножа или лазера, затем слой спекается или спрессовывается. К плюсам технологии можно отнести то, что себестоимость материалов маленькая, прочность высокая, но готовое изделие будет сопровождаться большими отходами материалов [41.].

Таблица 1. Применение технологии и используемый материал

Технология	Материал для печати	Применение
FDM	Большинство доступных материалов	кулинария, медицина, промышленность, моделирование
Polyjet	Фотополимер, пластик, воск	Прототипирование, производство
SLA	фотополимер	Стоматология, ювелирное дело, моделировании
SLS	Порошок из стали, нейлон, керамика, стекло	Прототипирование, мелкосерийное производство
LENS	Металлический порошок	Ремонт или добавление элементов к объектам
3 DP	Клей + порошок из разного материала, в т.ч. съедобный	Изготовление скульптур или выставочных моделей
LOM	Пластик, алюминий, бумага	Архитектура, Промышленность, Сувениры и хобби

Наиболее распространенным считается 3D-принтер с технологией *FDM*, так как к нему подходит большинство материалов и имеет широкую область применения. Для тех, кто только начинает знакомиться с принтером, лучше начать с устройства такой технологии. Ведь на 3D-принтере не просто начать печатать, нужно разобраться в его конструкции, в характеристиках, их настройках, разобраться в материале, применяемые к такому принтеру, настройке принтера. А дальше, в зависимости от предпочтений и умений рассматривать другие предложенные 3D-принтеры с разными технологиями.

Популярные материалы для 3D-принтера с *FDM* технологией – пластики полилактид (PLA), акрилонитрилбутадиенстирол (ABS), нейлон, смесь пластиков (полиэтилентерефталат-гликоль PETG и термопластичный полиуретан TPU), высокопрочные материалы (полиэфирэфиркетон PEEK).

Таблица 2. Характеристики материала

Материал	прочность	долговечность	усадка	t печати	Цена за 1кг
PLA	средняя	средняя	минимальная	205	1450р
ABS	средняя	повышенная	есть	230	1300р
Нейлон	повышенная	высокая	есть	250	3342р
PETG	средняя	повышенная	минимальная	235	1600р
TPU	низкая	повышенная	минимальная	220	2106р
PEEK	высокая	высокая	минимальная	>280	8400р

У каждого материала есть свои плюсы и минусы, начинать лучше с более дешевых и более безопасных, например с PLA – это биоразлагаемый пластик, производят из различных возобновляемых материалов, например кукурузный крахмал или сахарный тростник. При изготовлении фигуры или объекта, он не выделяет токсичные испарения, как может быть с ABS пластиком, которому нужно вентилируемое помещение. Или пластик PETG, который близкий по стоимости и из плюсов так же не имеет испарения или выделения, может контактировать с пищевыми продуктами и так же достаточно крепкий. Отличие PLA от других еще в том, что у него не высокая цена, в сравнении с PEEK, TPU и нейлоном. Единственные минусы у этих материалов это то, что у PLA и PETG не сильно высокая прочность.

Таким образом, наиболее популярный и доступный материал для принтеров – это **PLA** или **ABS**. Это понадобится для того, чтобы выбрать устройство 3D-печати.

Рассмотрим устройство 3D-принтера и характеристики, которые должны учитываться в процессе проектирования модели. Это станок с числовым программным управлением, реализующий только аддитивные операции. Обычно использует метод послойной печати детали. 3D-печать является разновидностью аддитивного производства и обычно относится к технологиям быстрого прототипирования. В основном принтеры трехмерной

печати состоят из одинаковых деталей и по устройству похожи на обычные принтеры. Главное отличие – 3D-принтер печатает в трех плоскостях, и кроме ширины и высоты появляется глубина. Принцип работы 3D-принтера основан на законах кинематики. Выделяют несколько схем 3D-печати, исходя из перемещений платформы и печатающей головки, которые могут двигаться относительно друг друга в различных плоскостях [13].

На данный момент существуют простые и сложные 3D-принтеры, которые отличаются друг от друга. Рассмотрим их основные компоненты и характеристики:

1. **Рабочее пространство.** Бюджетный вариант может быть с маленькой рабочей областью. Существуют сверхгабаритные 3D-принтеры (для постройки домов, мостов), но на данный момент рассмотрим принтер для домашней и промышленной области. Рабочая зона может варьироваться от маленьких 100x100x200, до больших зон, например 300x300x500 и т.д. Все зависит от того, что планируется печатать, если это сувениры, то хватит и небольшого пространства. По другому, рабочее пространство называется рабочая область или «стол».

2. **Экструдер.** Это печатающая головка, устройство для выдавливания расплавленного филамента. Применяется преимущественно в 3D-принтерах с FDM-технологией, которые работают с термопластическими материалами: ABS, PLA и другими видами пластика. Захватывает материал валиками, разогревает поверхность, отмеряет точное количество материала и выдавливает полужидкий пластик, который подается в виде нитей в соответствии с размером сопла, которое установлено. Незаменимая деталь 3D-принтера, ведь благодаря ему материал плавится и наносится слой за слоем на создаваемый объект. Самый простой 3D-принтер – это когда один экструдер. Существуют 3D-принтеры и с 2 и даже 3 экструдерами. Все это сделано для того, что бы одновременно проводить 3D печать разными материалами или разными цветами [39].

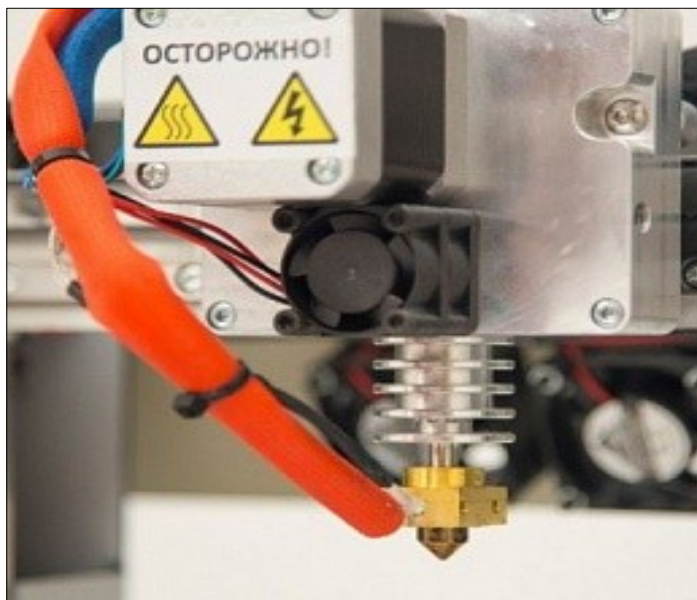


Рисунок 4. Экструдер

3. **Нагрев.** 3D-принтер имеет разные рабочие температуры. Как было рассмотрено в таблице 2 у каждого материала требования по температуре разные. Распространенные рабочие температуры это под ABS и PLA пластики – 190-260°C. такие 3D-принтеры менее дорогие. Для тугоплавких материалов, например РЕЕК, требуется более высокая температура (300°C и выше). Так же существуют 3D-принтеры с температурой экструдера более чем 450°C.

4. **Подогрев платформы.** Нужен для материалов, которые склонны к усадке, например ABS пластик или нейлон. Так же на подогретом «столе» деталь более устойчива и при окончании работы ее легче снять. Существуют 3D-принтеры с подогревом платформы от 120 до 170°C.

5. **Скорость печати.** Большая скорость – не всегда хорошо. Экструдер и стол не успевают справиться со своими задачами и соответственно качество печати ужасное или деталь уходит в брак. Но и низкая скорость это плохо, маленькие детали будут печататься десятки часов, не говоря уже о крупных моделях. Средняя скорость печати от 80 до 140 мм/с. Все зависит от выбранного принтера и его характеристик.

6. **Датчики и двигатель.** Линейный и шаговый двигатели – приводят в движение детали, отвечают за точность и скорость печати.

Одновременно могут двигаться как рабочая область по осям «Х» и «У», так и экструдер, по трем осям. Датчики определяют координаты печати и ограничивают подвижные детали. Они нужны для того, чтобы принтер не «выходил» за пределы рабочего стола, вовремя останавливался или отмерял правильное количество материала, который поступает в экструдер. Датчики делают печать более аккуратной за счет точного позиционирования, за счет предупреждения об окончании подаваемого материала, если такое произошло.

7. **Открытость или закрытость** корпуса влияет на стабильность температуры внутри. Отсутствуют перепады температуры, «сквозняки», так же защита от попадания инородных предметов в момент печати, например пыль, волосы. Снижает шум при изготовлении детали. Сам корпус может состоять из «рамы» – соединяет все элементы принтера в виде «скелета», есть как из направляющих, П-образных, так и цельнометаллических [19.].

Рассмотрев основные характеристики 3D-принтера, проведем сравнительный обзор наиболее популярных современных моделей. Для подбора по параметрам, популярности, отзывам и ценам, можно использовать сервис для выбора и покупки товаров «Яндекс.Маркет» [35.]. Исходя из основных характеристик, определенных нами, рабочее пространство предпочтительнее с размерами (Ш x Г x В) ~150x200x150 – 200x250x300мм. Скорость печати от 80 до 140мм/сек. Используемый материал ABS, PLA.

Таблица 3. Сравнение популярных моделей

Название	Рабочее пространство, мм.	Скорость печати, мм./сек.	Используемый материал	Корпус	Цена, руб.
Flying Bear Ghost 5	255x210x210	150	ABS, PLA, HIPS	Открытый	33.500
Creality 3D Ender 5	220x220x300	180	ABS, PLA, Wood	Открытый	27.900

Wanhao Duplicator i3 Plus Mark II	200x200x180	70	ABS, PLA, PVA	Открытый	34.200
--	-------------	----	---------------	----------	--------

Все представленные принтеры имеют технологии печати *FDM*, *FFF*, *PJP*. Рабочее пространство у всех примерно одинаково, просто некоторые выше, другие шире. Так же каждый принтер имеет свои преимущества и комплектацию, например Creality 3D Ender 5 стоит дешевле всех и из особенностей у него подогреваемый стол и наличие дисплея. Flying Bear Ghost 5 и Wanhao Duplicator i3 Plus Mark II дороже, но они дополнительно имеют такие возможности, как активное охлаждение, регулировку скорости, температуры, смена сопел. Образовательные, медицинские и профессиональные принтеры рассмотрим вкратце. Цена у них выше, от 40.000р., имеют разные технологии печати, например DLP, LCD, из материалов используют фотополимер, имеют низкую скорость печати, высокую точность и цену. Подходят для узкой области применения.

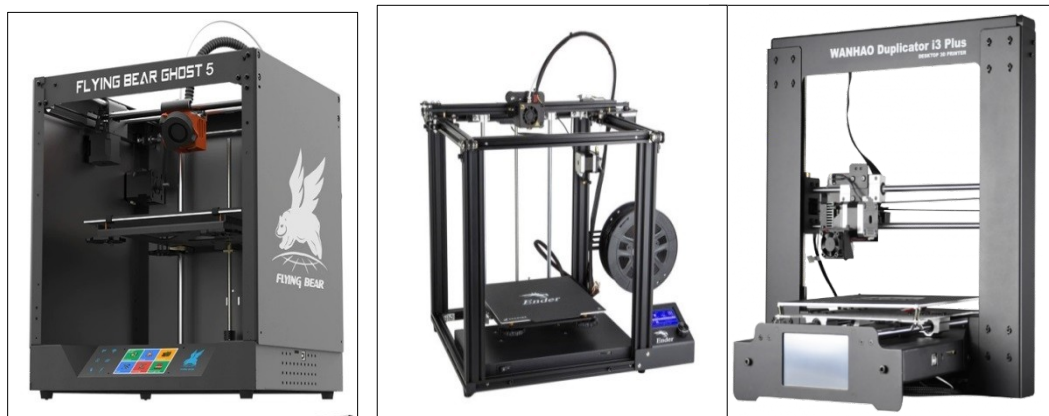


Рисунок5. Популярные модели

3D-принтеры оснащаются одним или несколькими интерфейсами подключения: LAN-устройство (соединяется с компьютером посредством сетевого протокола), USB – 3D-принтер подключается к компьютеру напрямую через usb-кабель, Wi-Fi – использует беспроводной протокол передачи данных, SD – устройство имеет картридер, что позволяет осуществлять печать изделий с SD-карт. Наличие интерфейсов нужны только

для удобства, настроив передачу по беспроводному протоколу передачи данных Wi-Fi, передача файлов будет удобнее и быстрее.

Работа 3D-принтера похожа на работу обычного струйного принтера (который печатает документы). Для подготовки 3D-модели к печати нужно создать её в 3D-редакторе и экспортировать в *STL*-файл. Для обычного струйного принтера используются картриджи с чернилами, для 3D-принтера – филамент (нитеобразный пластик, сделанный из различных материалов). Обычный струйный принтер создает документ нанесением чернил на бумагу. 3D-принтер создает физический объект путем нанесения большого количества слоев материала на основание, послойно создавая заданную модель [39.]. Сама печать происходит после того, как готовая модель загружается в специальную программу (слайсер), которая перерабатывает ее в код для принтера (*G-Code*). Он включает в себя положение печатающей головки, обдув, температуру, и еще множество других параметров. Слайсеров существует очень много, кроме тех, что разрабатываются компаниями, производящими принтеры, существуют и отдельные проекты. *G-Code* содержит невероятное количество команд, так что одну модель можно распечатать многими способами, поэтому разные программы справляются с этим по-разному [42.].

Чтобы выбрать средства разработки и подготовки 3D-моделей для печати, в данной главе были рассмотрены 3D-принтеры и технологии, которые они используют. Таким образом, можно выбрать подходящие программы для 3D-проектирования.

1.2 Средства и технологии разработки и подготовки 3D-моделей для печати на принтере

3D-моделирование прочно вошло в нашу жизнь, частично или полностью перестроив некоторые виды бизнеса. В каждой отрасли, в которую 3D-моделирование принесло свои изменения, имеются как свои определенные стандарты, так и негласные правила. Но даже внутри одной отрасли, количество программных пакетов бывает такое множество, что

новичку бывает очень трудно разобраться и сориентироваться с чего начинать. 3D-моделирование – это раздел компьютерной графики, занимающийся визуализацией проектов в трёх измерениях. Главным преимуществом 3D-проектирования является наглядность результата разработанной модели [18.].

Программы для 3D-моделирования могут помочь превратить некоторые идеи в красивые модели и прототипы, которые впоследствии можно будет использовать в самых разных целях. Эти инструменты позволяют создавать модели с нуля, независимо от уровня подготовки. Некоторые 3D-редакторы достаточно просты, так что их в короткие сроки освоит даже новичок, но в основном хорошее освоение требует большей усидчивости и изучения программы. Для разработки 3D-моделей необходимо свободное программное обеспечение для создания трехмерной графики, включающее в себя скульптинг и моделирование. 3D-редактор это CAD (система автоматизированного проектирования) программа, с помощью которой можно сделать 3D-модель. Программ существует множество, основная задача в данной работе – это спроектировать модель, создать её, проверить на ошибки, загрузить в слайсер (программа, которое берет готовую 3D-модель и «режет» ее на слои). После чего загрузить gcode-файл, сформированный слайсером, в котором содержатся команды для 3D-принтера (инструкции для создания модели, расположение слоев, их толщина, высота и др.) Трехмерная графика это область, в которой можно совершенствовать свои знания и умения на протяжении всей жизни.

Проведем сравнительный обзор программ для 3D-моделирования и выберем средства разработки. 3D-редакторов существует множество, но для каждого программного обеспечения характерен свой специфический набор средств, определяющий область, в которой 3D-редактор удобно применять. Рассмотрим наиболее популярные в практике использования для 3D-моделирования – «Blender», «3ds Max», «Maya».

Blender – это «профессиональное свободное и открытое программное обеспечение для создания трёхмерной компьютерной графики, которое включает в себя средства моделирования, скульптинга, анимации, симуляции, рендеринга, постобработки и монтажа видео со звуком, компоновки с помощью «узлов», а также создания 2D-анимаций» [27.]. В настоящее время эта программа стала популярна среди начинающих дизайнеров, которая находится в бесплатном доступе. В *Blender* столько инструментов для работы, что перед пользователями открываются просто безграничные возможности. С другой стороны, программа *Blender* сложна для новичков, и на ее освоение требуется время, но базовые возможности программы можно изучить за короткое время. Ввиду кроссплатформенности, открытого исходного кода, доступности и функциональности пакет получил заслуженную известность не только среди новичков, но и у продвинутых 3D-моделеров. По мере развития программы ее выбирают в качестве рабочего инструмента для все более серьезных проектов, что неудивительно. По сути, это приложение практически не уступает по количеству возможностей и функционалу, более продвинутым пакетам 3D-графики [18.]. Программа мультиплатформенная, найти можно на официальном сайте <https://www.blender.org/>, где можно выбрать, какой установщик скачать (для Windows, Linux, MacOS) после чего происходит стандартная загрузка и установка. Программа популярна из-за функционала, открытого исходного кода (можно менять программу для себя при определенных навыках программирования), кроссплатформенности. *Blender* можно использовать как в личных, так и в коммерческих целях. В программе так же имеется установка различных аддонов (дополнения, добавление) которые облегчают создание моделей для 3D-печати, например как *Space* (выравнивание расстояния между выделенными верстками), *Add Mesh: Bolt Factory* (создание болтов и гаек), *Welder* (для создания швов сварки на пересечении объектов) и т.д. Отличительными характеристиками программы являются

небольшой размер установочного пакета (около 60мб), поддержка русского языка.

Autodesk 3ds Max (ранее *3dstudio MAX*) – «профессиональное программное обеспечение для 3D-моделирования, анимации и визуализации при создании игр и проектировании. В настоящее время разрабатывается и издается компанией Autodesk». Программа доступна по подписке от одного месяца до трёх лет для коммерческих целей. Для студентов и преподавателей подписка на три года бесплатная, но с такой лицензией программу можно использовать только для обучения. Язык интерфейса: русский. Эта программа считается профессиональным инструментом архитекторов и дизайнеров интерьера. В программе неплохо реализована система частиц, а также инструменты для анимации, хорошие расчеты физических объектов, благодаря чему можно добиться отличной реалистичности. Программа используется художниками и профессионалами в области визуализации эффектов для киноиндустрии, так же в играх для создания виртуальной реальности. Программное обеспечение позволяет создавать сильно детализированных персонажей, создавать сцены. Пакет имеет большой выбор инструментов для моделирования архитектурных проектов. Так же программа имеет анализ и настройки освещения трехмерной сцены [26.].

Autodesk Maya – «редактор трёхмерной графики, доступный на Windows, macOS и Linux, обладает широкой функциональностью 3D-анимации, моделирования и визуализации. Программу используют для создания анимации, сред, графики движения, виртуальной реальности и персонажей. Широко применяется в кинематографии, телевидении и игровой индустрии» [28.]. Из минусов не поддерживает русский язык не бесплатный. Стоимость составляет 75654 рублей в год, но есть демоверсия. Для того чтобы приобрести пробную версию *Maya*, которая действует в течение месяца, необходимо зайти на сайт <https://www.autodesk.ru/>, выбрать необходимую программу и нажать скачать. В появившемся окне нужно указать необходимые данные, а после скачать файл и приступить к работе.

Также существует второй способ бесплатной загрузки программы для студентов.

Таблица 4. Сравнение программ для разработки 3D-моделей

Программа	ОС	Объем RAM, ГБ	Устройства ввода	Свободное пространство на диске, ГБ	Цена
Blender	Linux, Mac, Windows	16	Клавиатура, мышь	0.5	Бесплатно
3ds Max	Windows	8	Клавиатура, мышь	6	Бесплатно
Maya	Linux, Mac Windows	16	Клавиатура, мышь	4	75654 рублей в год

Как мы видим из таблицы, *Blender* и *Maya* мультиплатформенные, однако *3ds Max* менее требовательна по объему оперативной памяти. В плане цены, *Maya* выходит самой дорогой (если только приобрести бесплатно для студентов) по сравнению с другими. Для архитектурной визуализации лучше использовать *3ds Max*, для художников и киноиндустрии можно взять программу *Maya*. *Blender*, как было сказано выше, поддерживает множество инструментов и возможностей, которые есть в *3ds Max* и *Maya* [17.]. Для создания трехмерных моделей для печати на 3D-принтере выбрано профессиональное программное обеспечение для создания трехмерной компьютерной графики *Blender* (версия 2.91.2) из-за преимуществ, описанных выше.

После того, как модель будет готова, её нужно экспортировать в *STL*-файл и загрузить в программе-слайсер. Слайсер – это программа, с помощью которой 3D-модель, сохраненная в формате *STL*, нарезается на ряд 2D-слоев. Слайсер 3D-печати готовит выбранную модель для 3D-принтера, генерируя *G-Code*, который является широко используемым языком программирования ЧПУ (числовое программное управление). Путь, который выберет принтер

при печати этих слоев, также указывается во время нарезки. По сути, программное обеспечение для 3D-печати выступает посредником между 3D-моделью и 3D-принтером. Хотя *G-Code* формируется автоматически программным обеспечением для нарезки, он также может редактироваться. Если открыть его через текстовый редактор, то можно увидеть, что весь код состоит из строк. Каждая из них называется кадром. Строки, которые начинаются с символа «;» (точка с запятой) это комментарии, которые не учитываются 3D-принтером. Основные команды это буквы G (основные), M (вспомогательные), T (смена инструмента) [4].

```

FBG5_Floor lamp3.gcode - Блокнот
Файл  Правка  Формат  Вид  Справка
;FLAVOR:Marlin
;TIME:9440
;Filament used: 7.10872m
;Layer height: 0.2
;MINX:96.271
;MINY:73.771
;MINZ:0.2
;MAXX:158.729
;MAXY:136.229
;MAXZ:71.4
;Generated with Cura_SteamEngine 4.8.0
M140 S60
M105
M190 S60
M104 S200
M105
M109 S200
M82 ;absolute extrusion mode
M220 S100 ;Reset Feedrate
M221 S100 ;Reset Flowrate

G28 ;Home

;Fix X0 Y0 being outside the bed after homing
G1 Z2.0 F3000 ;Move Z Axis up
G1 X1.3 Y4.8 ;Place the nozzle over the bed
G92 X0 Y0 ;Set new X0 Y0

;Code for nozzle cleaning and flow normalization
G92 E0 ;Reset Extruder
G1 Z2.0 F3000 ;Move Z Axis up
G1 X10.4 Y20 Z0.28 F5000.0
G1 X10.4 Y170.0 Z0.28 F1500.0 E15
G1 X10.1 Y170.0 Z0.28 F5000.0
G1 X10.1 Y40 Z0.28 F1500.0 E30

```

Рисунок 6. Пример G-Code

Что бы выбрать слайсер, который будет использован, проведем их сравнение.

Таблица 5. Сравнение слайсеров

Программа	Цена	На какой ОС работает	Оф. сайт
Simplify3D	150 \$	Windows, Mac	https://www.simplify3d.com
Cura	Бесплатно	Windows, Mac, Linux	https://ultimaker.com/

Repetier	Бесплатно	Windows, Mac, Linux	https://www.repetier.com/
SelfCAD	Условно- бесплатно	браузер	https://www.selfcad.com/

Что бы выбрать 3D-слайсер, следует учитывать такие характеристики, как:

1. скорость импорта формата *STL*-файл должен работать корректно и без каких-либо проблем;
2. удобство использования – насколько легко разобраться в интерфейсе и функциональных возможностях программы;
3. возможность ремонта *STL*-файла – иногда случаются ошибки или упущения пользователя во время 3D-моделирования, которые, программа должна «замечать» и отображать.

После того, как G-Code будет сформирован, необходимо провести тест материала и настройку и 3D-принтера. Для начала поместим филамент, внутрь экструдера. Что бы печать прошла без проблем, распечатаем тестовые модели («Куб», «Лодка») которые обычно идут на «флешке» производителя или которые можно загрузить с большинства сайтов. Эти модели были выбраны не случайно, «Куб» покажет, есть ли проблемы по осям, «Лодка» имеет сложные положения, такие как арки, навесы, печать под углом.

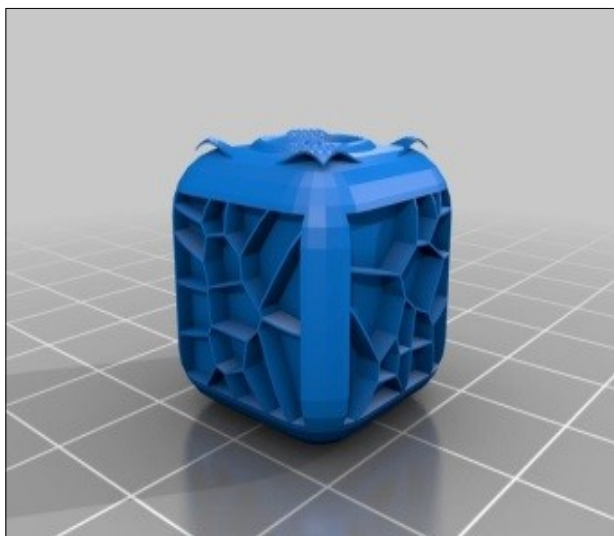


Рисунок 7. Тестовые «куб» и «лодка»

Тестовые модели для 3D-принтеров необходимы в трех случаях. Первый – знакомство с новым принтером. Проверка его скорости печати, работают ли все датчики, «концевики», правильно ли подается материал в экструдер. Проверка на движение по осям X, Y, Z. Второй – исследование нового материала. Каждый материал со своими характеристиками, одним требуется больше температуры, другим меньше. Проверка на обдув, нужен ли или он должен быть выключен. Если поменять сделанный «торшер» на другой вид материала, то при окончании печати готовая модель может принять другой вид. И т.д. Третий – исследование свойств известного материала на пределы его прочности. Как он ведет себя на наклонных или подвесных позициях, с каким максимально возможным углом можно печатать, насколько быстро и прочно он застывает. После того, как мы сделали проверку 3D-принтера на его работоспособность, выбрали материал и напечатали тестовые модели, можно приступать к печати нашей 3D-модели, которую мы разрабатывали. Всю тестовую проверку не обязательно проводить при каждом включении, только если сбилась платформа или если вы решили попробовать новый материал, свойства которого вы не знаете. Можно просто выбрать через меню 3D-принтера файл .gcode и сделать запуск печати. Итак, подведем итоги. Что бы нам провести печать, нужно взять 3D-модель, «нарезать» его в программе «слайсер», экспортировать G-Code и запустить файл на принтере [15.].

1.3 Программные средства разработки информационных web-ресурсов

Современный Интернет – весьма сложная и высокотехнологичная система, позволяющая пользователю общаться с людьми, находящимися в любой точке земного шара, быстро и комфортно отыскивать любую необходимую информацию, публиковать для всеобщего сведения данные, которые он хотел бы сообщить всему миру. Интернет-технологии развиваются, проникая в самые разнообразные сферы профессиональной деятельности, в том числе и экономической. Магазин, и разные площадки,

находясь в интернете, имеют возможность рассказать о своих товарах и услугах. Возможность дать рекламу и найти для себя новых клиентов. Замкнутые системы, например как промышленные АСУ производством, в том числе и в критических отраслях, также в большинстве случаев прямо или косвенно подключены к Интернету [14.].

В настоящее время практически невозможно найти область знаний, в которой не существовало бы электронных информационных мультимедийных энциклопедий, справочников и учебных пособий. Существуют ресурсы открытого доступа (справочные сайты Интернет, презентационные материалы, демонстрационные версии) и ограниченного доступа (они доступны либо определенным целевым аудиториям – студентам учебных заведений, сотрудникам данной системы или корпорации).

Информационный материал, содержание образования могут представляться в различной форме (устные и письменные тексты, статичная и динамичная графика, интерактивные объекты), что позволяет реализовать разнообразные методы обучения (словесные, наглядные, практические, игровые и разнообразные смешанные) [23.].

Словесные методы обучения (лекция, беседа, рассказ, инструктаж и др.) обеспечивают развитие чтения, устной и письменной речи, основной их недостаток – низкое усвоение материала, за счет монотонности процесса, отсутствия наглядных форм обучения.

Наглядные методы обучения (видео, презентации, схемы, графики, картинки, анимации, виртуальные эксперименты и др.) способствуют быстрому восприятию информации и ее пониманию, формированию связей образов со словесным описанием объектов и процессов [33.].

Практические методы обучения (лабораторные и практические занятия, упражнения, семинары и др.) формируют умения и знания в процессе практической деятельности, способствуют развитию наблюдательности, получению практического опыта [16.].

Информация в виде мультимедийного web-ресурса содержит в себе все преимущества популярных методов обучения. Это могут быть как обучающие видео, презентации, текстовая информация, информация в виде картинок, видео. Использование мультимедийных ресурсов наиболее востребовано в настоящее время в качестве иллюстративного материала. Презентации, сопровождаемые красивыми изображениями или анимацией, являются визуально более привлекательными, чем статический текст [8.]. Для создания такого ресурса можно использовать web-технологии HTML 5 CSS 3 и JS.

Web-страницы – это файлы в формате «неформатированный текст» (plain text, текст в ASCII-кодах), распознаваемые любой операционной системой. Поэтому такой файл может быть отправлен практически на любой компьютер, подключенный к Интернету. Кроме того, для создания web-страницы достаточно иметь самый простой текстовый редактор, например, стандартное приложение Windows Блокнот (Notepad). Файлы web-страниц имеют расширения htm, html или другие. Тип HTML-файлов происходит от названия языка создания web-страниц HTML (HyperText Markup Language – язык разметки гипертекста). Поэтому web-страницы часто называют HTML документами. HTML-документ содержит текст и команды языка HTML, которые называют дескрипторами разметки или тегами (tag). Теги языка HTML определяют: внешний вид документа, структуру документа, ссылки на другие Интернет-ресурсы. HTML позволяет формировать на странице сайта текстовые блоки, включать в них изображения, организовывать таблицы, управлять отображением цвета документа и задавать форматирование текста, добавлять звуковое сопровождение, организовывать гиперссылки для перехода в другие разделы сайта к иным Интернет-ресурсам, а также задавать взаимное расположение текстовых блоков и других компонент страницы. Встраиваемые в web-страницу с помощью тегов мультимедийные объекты (графика, видео и т. д.) хранятся в отдельных файлах соответствующих типов. Любой web-браузер содержит интерпретатор языка

HTML, что позволяет ему корректно отображать web-страницу вместе со всем ее содержимым на экране. Для описания внешнего вида элементов web-страницы на экране браузера стали использовать технологию стилевого оформления web страниц – таблицы каскадных стилей CSS (Cascading Style Sheets) [24.].

Таблицы каскадных стилей CSS – это простая технология определения и присоединения стилей оформления к документам HTML. Стилль оформления – это все то, что определяет внешний вид документа: его размер, интервалы, цвет, границы, шрифты, отступы, выравнивание текста, расположения отдельных блоков и т.д. Стилль определяется набором правил отображения тегов, задаваемых таблицей стилей. Таблица стилей – это шаблон, который управляет форматированием тегов HTML в web-документе [25.]. Возможности оформления, предоставляемые технологией CSS, гораздо богаче стандартных средств форматирования языка HTML/XHTML. Важно, что стилль можно определить сразу для группы элементов web страницы; стилль можно сохранить отдельно от страницы и применить сразу к нескольким страницам, задав, таким образом, для них единое оформление. Кроме того, не представляет труда сменить внешний стилль web страницы или применить к одной и той же странице несколько стилей. Все это значительно повышает гибкость определения и модификации дизайна страницы [5.].

JavaScript – это мультипарадигменный (специально разработанный инструмент, возможности которого изначально предполагалось унаследовать от нескольких, чаще всего не родственных языков.) язык программирования, который обычно применяется в качестве встраиваемого инструмента для программного доступа к различным объектам приложений [37.]. С точки зрения web-разработки, без знаний этой технологии невозможно заниматься созданием современных интерактивных сайтов. Язык JS – это то, что «оживляет» разметку страниц (HTML) и пользовательский функционал (CMS) сайтов. С помощью этого языка реализуется возможность реакции страницы или отдельных ее элементов на действия посетителя. Сегодня

JavaScript является базовым языком программирования для браузеров. Он полностью совместим с операционными системами Windows, Linux, Mac OS, а также всеми популярными мобильными платформами.

Для такой интернет-технологии не нужно скачивать приложение, что бы увидеть информацию, нужен только доступ в интернет, который есть практически везде. Информацию о web-ресурс можно получить как с персонального компьютера, так и с мобильного устройства. Отличительное достоинство web-ресурса – это то, что основная информация представлена в виде мультимедиа. Интернет-ресурсы могут содержать различные виды информации, высокую степень наглядности материалов, необходимость поддержки различных типов файлов, что позволяет запомнить материал более качественно и быстрее [21.].

Инструмент для написания HTML CSS и JS кода будет *Brackets*. Эта программа популярна среди web-разработчиков в сфере «Frontend» и «Backend» разработки. В данном инструменте присутствует визуальная подсветка синтаксиса, написанных на распространенных языках программирования, отображает подсказки и документацию для тегов, классов, позволяет удобно редактировать большие куски кода или другой информации. Благодаря работе локального сервера на Node.js, есть встроенный предпросмотр (Live Preview). «Вы пишете код и изменения сразу видны в браузере, без перезагрузки страницы». Live Preview работает только с браузером Chrome. Программа имеет лицензию открытого и свободного программного обеспечения, т.е. предоставляется бесплатно. Поддерживает русский язык и разные операционные системы, такие как Mac, Windows, Linux [20.].

1.4 Техническое задание

**на создание мультимедийного web-ресурса по разработке и подготовке
моделей для печати на 3D-принтере**

1. ВВЕДЕНИЕ, ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О СОЗДАВАЕМОМ WEB-РЕСУРСЕ

1.1. Название «РАЗРАБОТКА МУЛЬТИМЕДИЙНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО WEB-РЕСУРСА ПО СОЗДАНИЮ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ 3D-ПЕЧАТИ»

1.2. Название организации-заказчика.

- АО «СинТЗ», ОТК

1.3. Назначение продукта.

- Для сотрудников предприятия в целях самообразования и получения новых знаний.

2. ОСНОВАНИЯ И НАЗНАЧЕНИЕ РАЗРАБОТКИ

2.1 Разработка шаблона сайта производится на основании предоставленного брифа (см. Приложение 3) (документа, содержащего перечень вопросов, основных положений, позволяющие определить требования заказчика к исполнителю)

3. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ И ТРЕБОВАНИЯ К САЙТУ

3.1. Требования к продукту в целом.

- Доступность и полнота всего материала по технологии 3D-печати.

3.2. Указание программного обеспечения, которое может понадобиться для реализации

- Программы 2D-проектирования, программы 3D-моделирования, Slicer Cura Ultimaker.

3.3. Порядок взаимодействия с другими системами, возможности обмена информацией.

- Не предусмотрено.

3.4. Меры защиты информации.

- Не предусмотрено.

3.5. Требования к пользовательскому интерфейсу

- Язык интерфейса: русский
- Поддержка современных расширений: 4:3, 5:4, 16:9
- Цвет сайта: Темный

- Требования к тексту: не менее 16px, контрастно-читаемый.
- «Шапка» и «Подвал» сайта.
- Обязательное наличие раздела «Главная», и раздела(ов) с теоретической частью. Основная зона для подачи информации, возможно применение картинок, видео, графиков, таблиц для улучшенного восприятия информации.
- Обязательное наличие кнопки «Наверх», которая переместит страницу к заголовку.
- Ширина всей страницы не менее 1170px.

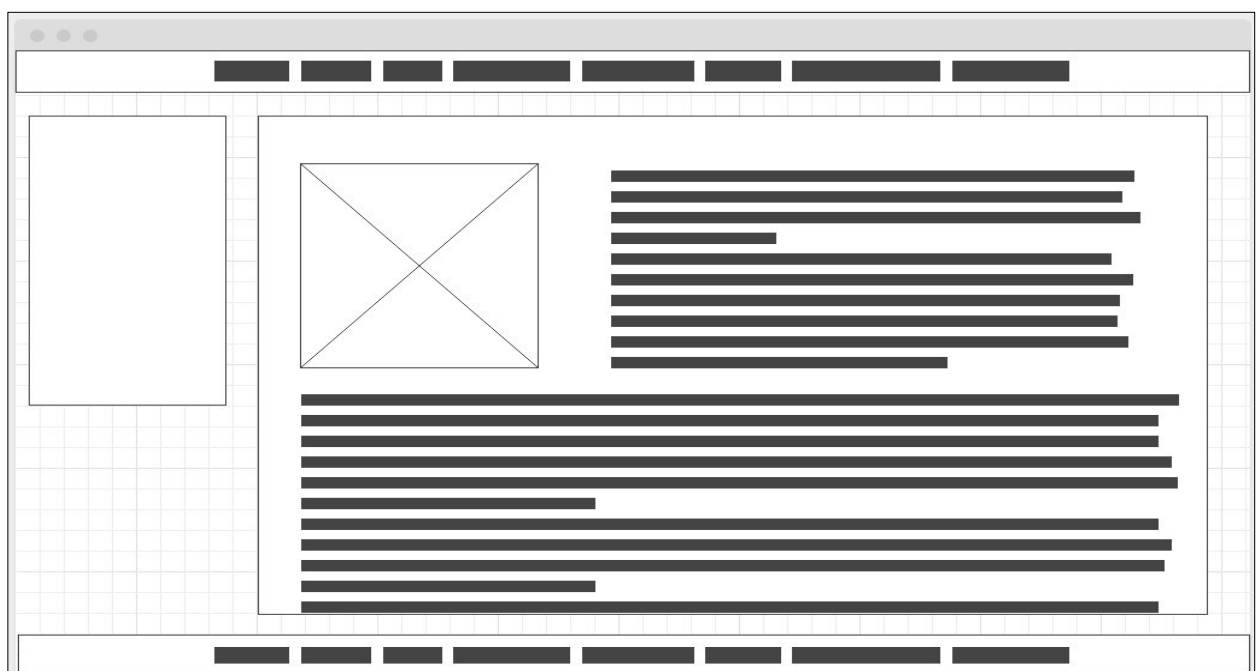


Рисунок 8. Макет сайта

3.6. Структура сайта:

- Главная
 - История
 - О чем сайт
 - Галерея
 - Видео
 - Основная страница с вступительной информацией
- О программах

- От 4 до 6 разделов, минимум:
 - Описания
 - Выбор
 - Сравнение
 - Тесты
- О технологии 3D-печати
 - Большой информационный блок
- О 3D-принтере
 - Большой информационный блок

4. ПОРЯДОК СДАЧИ-ПРИЕМКИ ПРОДУКТА.

- 4.1. Промежуточный контроль – 18 января 2021 года
- 4.2. Запуск продукта – 15 февраля 2021 года
- 4.3. Исправление возможных замечаний – до 15 марта 2021 года

2 РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО WEB-РЕСУРСА ПО СОЗДАНИЮ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ 3D-ПЕЧАТИ

2.1 Разработка 3D-модели и подготовка к печати

Рассмотрим изготовление 3D-модели «от и до», начиная от проектирования, заканчивая получением готовой детали. Для начала нужно изготовить 3D модель, на профессиональном языке, CAD (Computer-aided design) файл. Его формат может быть самым разнообразным, но в основном это *STL* или *OBJ*, иногда *3DS*. Не каждую модель можно распечатать, многие просто непригодны для печати конкретным принтером, часть из них нуждается в небольшой обработке. Может понадобиться увеличить толщину стенок или отодвинуть друг от друга две части модели, сделать наклон стенки под другим углом или редактировать провисающие части [34.].

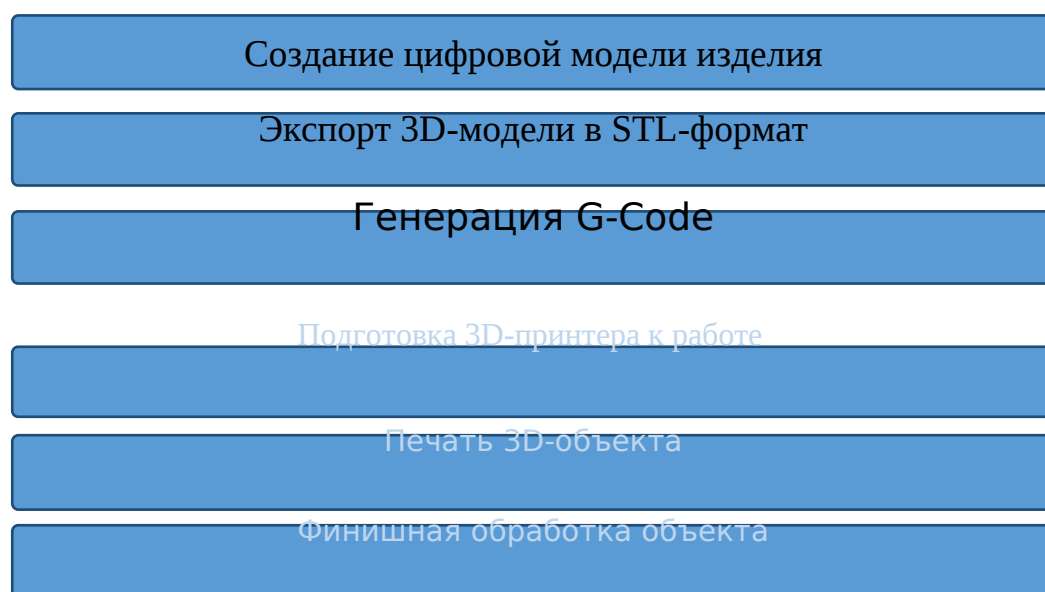


Рисунок 9. Полный процесс изготовления 3D-модели

Для начала планируется деталь, это может быть чертеж или его набросок, с заданными размерами и параметрами. Так же можно взять уже готовую 3D-модель, в настоящее время существует множество сайтов, где разные пользователи размещают свои модели, детали, разработки, которые можно бесплатно скачать и попробовать распечатать на своем 3D-принтере. Если не брать, создаем свой чертеж в автоматизированной системе проектирования типа AutoCAD или Компас 3D [32.]. Можно взять онлайн

сервис, например сайт «Модельер. Центр инженерных услуг» [22.]. Конечно, онлайн сервисы не дадут проработать деталь или модель в мельчайших подробностях, но простые объекты спроектировать возможно.

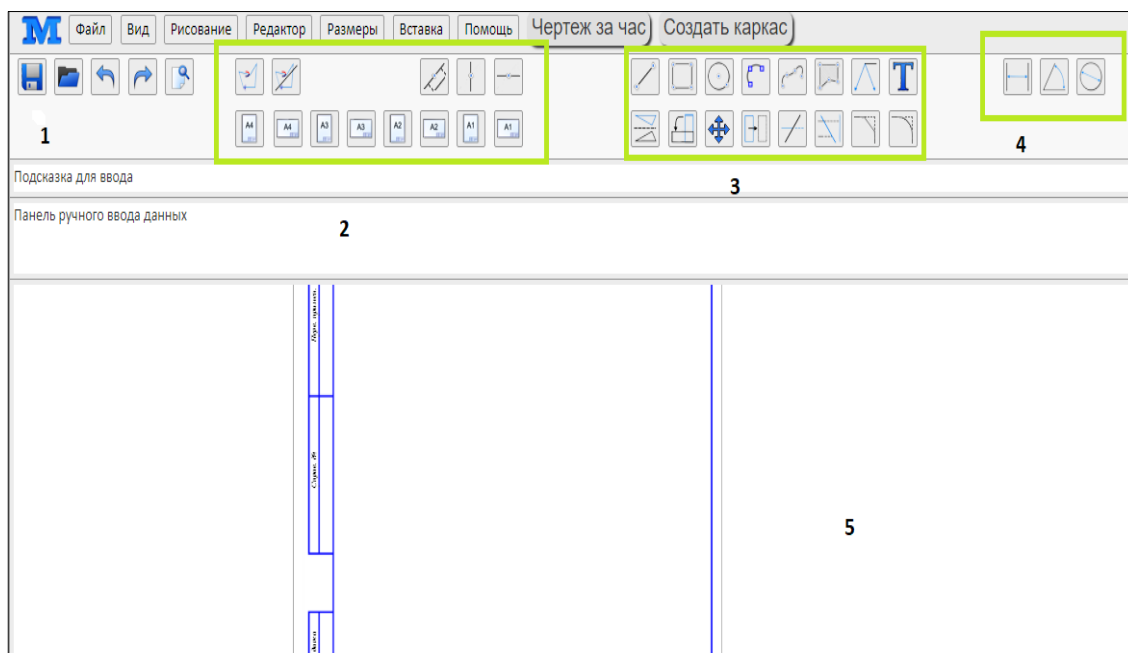


Рисунок 10. Создание чертежа онлайн

Сайт, при создании чертежа, состоит из следующих областей:

1. Сохранение, загрузка проекта, отменить и повторить. Поиск.
2. Изменение размеров листа (A1-A4), включение или отключение привязки точек.
3. Основные инструменты. Позволяет создать окружность, прямоугольник, линию и др. Есть инструменты перемещения, зеркального отображения, поворота или копии фигур. Создание фаски, текста, удаление или обрезка фигур.
4. Позволяет выставить фигуре линейный, угловой или диаметральные размеры.
5. Рабочая область. Можно менять масштаб, вращать или перемещаться по области.

В чертеже, с помощью данных инструментов, проектируем модель «лампа» (она содержит в себе не простые элементы, такие как скошенные грани, полость, сквозная деталь), подписываем размеры, затем начинаем

разработку 3D-модели в программном обеспечении для создания трехмерной графики [1].

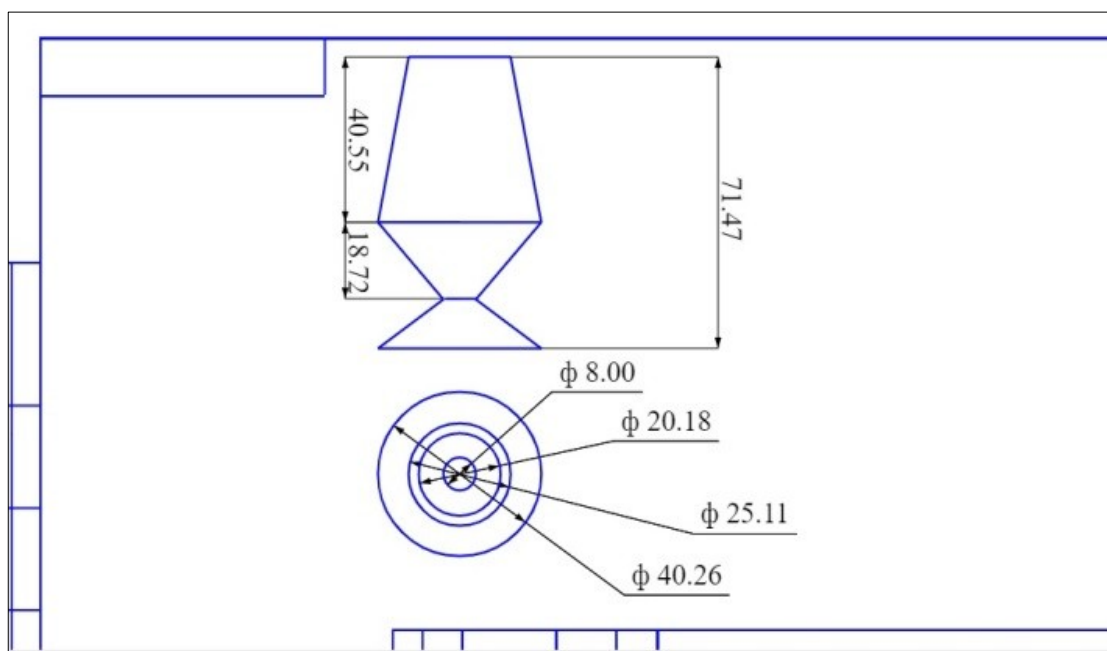


Рисунок 11. Чертеж

Как было сказано в предыдущей главе, модель, которая будет напечатана в 3D-принтере, будет создана в программе «Blender» версии 2.91.2. Загрузку программы осуществляем через официальный сайт. Версия установщика загрузки для Windows

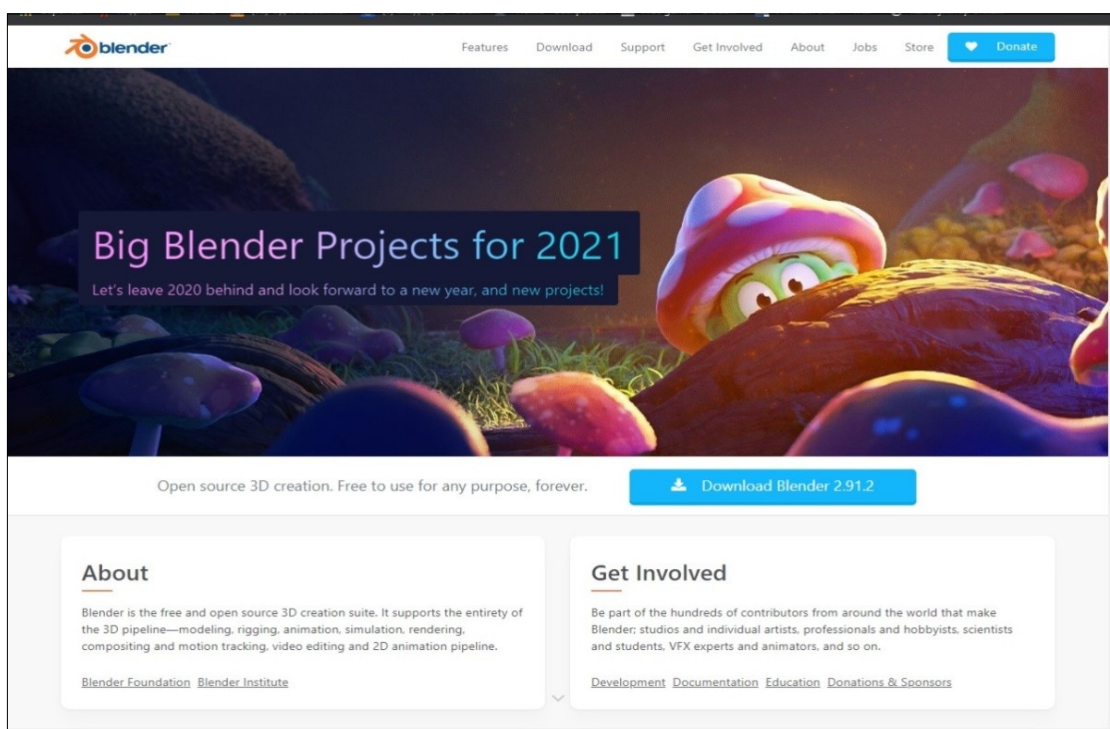


Рисунок 12. Страница загрузки программы Blender

После того, как программа загрузилась, устанавливаем её обычным методом на «локальный диск». При запуске появляется окно приветствия, в котором можно выставить язык, расположение панели инструментов (слева или справа), выбрать тему (светлую или темную).

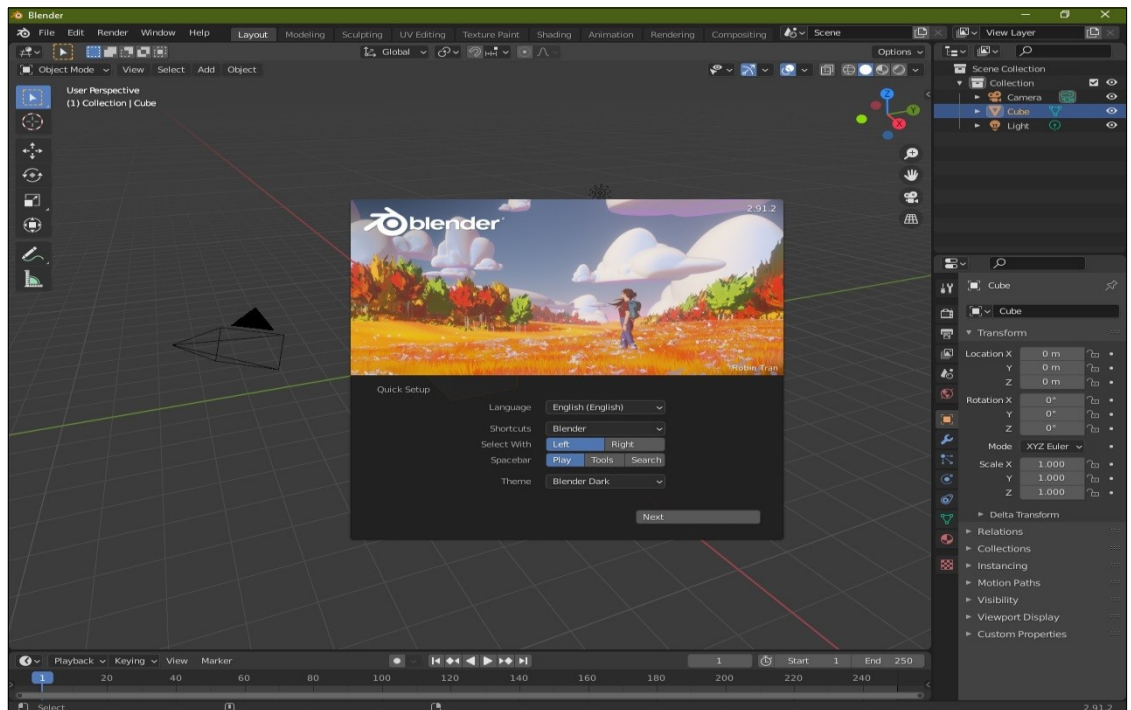


Рисунок 13. Запуск программы Blender

Настроить под 3D–моделирование его не сложно, можно поставить плагины, которые помогают в этом направлении, а так же сделать небольшие настройки в самой программе. А именно, изменить масштаб, т.к. изначально значения стоят в «метрах». Для этого заходим в «Настройки сцены» – «Единицы измерения» – систему единиц выставляем «Метрическая», длина «Миллиметры», и устанавливаем масштаб единиц на значение 0,010000. Так же нужно настроить правильное отображение «сетки», т.к. по умолчанию стоит масштаб 1x1 метр. Для этого заходим в «overlays» наложения (в окне, где вкладки «элемент», «инструмент» и т.д., если такого окна нет, то нужно нажать английскую N) выбираем «сетка» и так же устанавливаем значение 0,010000. Чтобы упростить задачу, при создании 3D-моделей, нужно установить некоторые дополнения (аддоны). Таких модификаций много, но вот основные из них: это Mesh: Extra Objects (добавляет болты гайки, различные кривые и геометрические объекты) и 3D Print Toolbox (в этой

модификации можно оказывать большее влияние на добавление и очистки объектов, что дает большую гибкость). Произвести установку или включение аддонов можно через «Меню» – «Правка» – «Настройки» – «Аддоны» – ввести в поиск, после чего установить или включить.

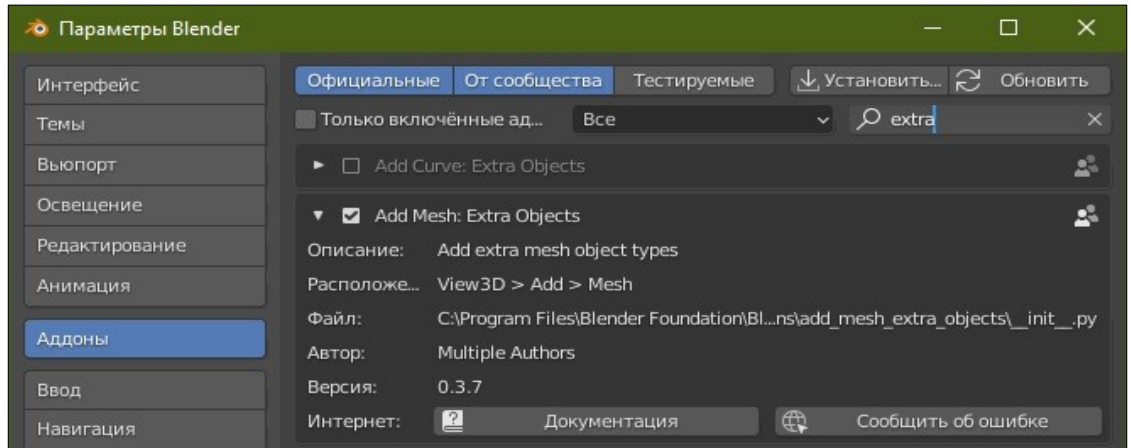


Рисунок 14. Поиск аддона Mesh Extra Objects

После завершения настроек, сохраняем их, для того, что бы каждый раз при запуске не повторять выше описанные действия. Для этого нажимаем «Файл» – «По умолчанию» – «Сохранить стартовый файл». Начинаем проектирование 3D-модели. Рассмотрим основные моменты, с помощью которых можно создать 3D-модель. По нашему чертежу начинаем моделировать «лампу». Создадим цилиндр, зададим ему начальные параметры – максимальный диаметр и высоту.

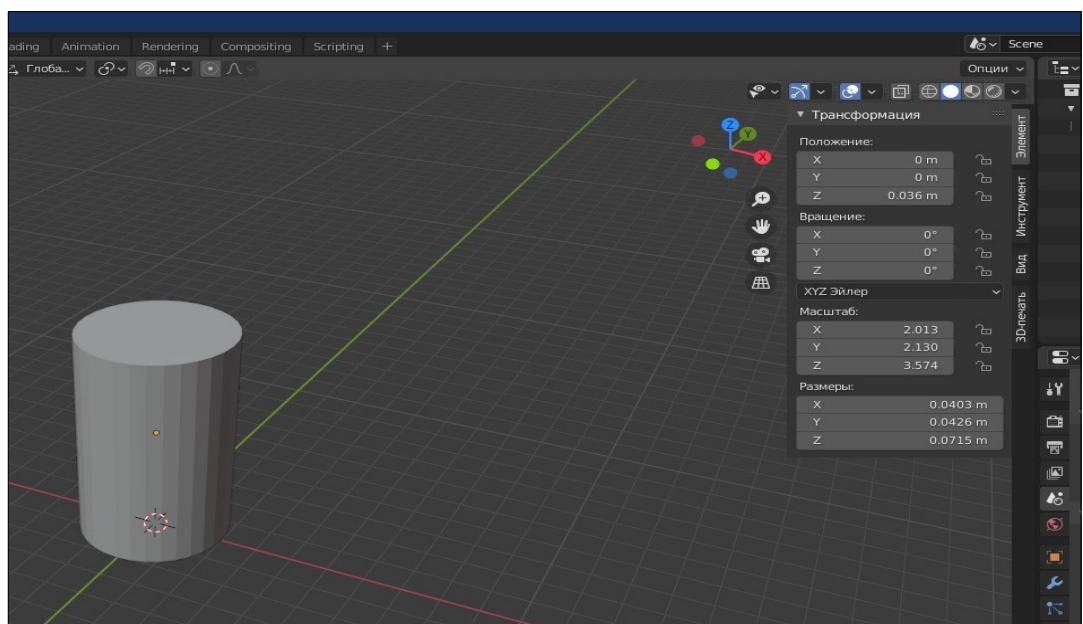


Рисунок 15. Задаем начальные параметры

По чертежу у нас вся высота 71.47 мм, а диаметр 40.26 мм. Установим такие значение в окне «Трансформация», ось Z – это высота, а диаметр – это одинаковые точки по оси X и Y. Так же установим положение фигуры по оси Z на значение 36 мм, что бы фигура не «провалилась» под ось.

Разрежем заготовку на 3 части – это будет верхняя, центральная и нижняя. Для этого перейдем во вкладку «Modeling» и выберем «Разрезать петлей» (или можно использовать горячие клавиши, для ускорения работы, Shift пробел и выбрать инструмент, или нажать Ctrl+R). Выставим полученные области в соответствии с чертежом, верхняя часть у нас должна быть 40,55 мм, средняя 18.72 мм, нижняя 12.2 мм. Выделяем верхние грани и выдавливаем (клавиша S) их в центр под размер 25,11 мм. Прodelываем то же самое с центральной частью, выставляя 8 мм. Дальше, выбрав верхнюю часть, начинаем выдавливать (клавиша S) и экструдируем участок (клавишей E), создавая ее полый и формируя стенки. Прodelываем такие операции до самого низа. Все это удобно делать в режиме «Тип затемнения во вьюпорте», что бы было видно только грани, а на клавиатуре «Num Lock» меняем перспективу фигуры по осям.

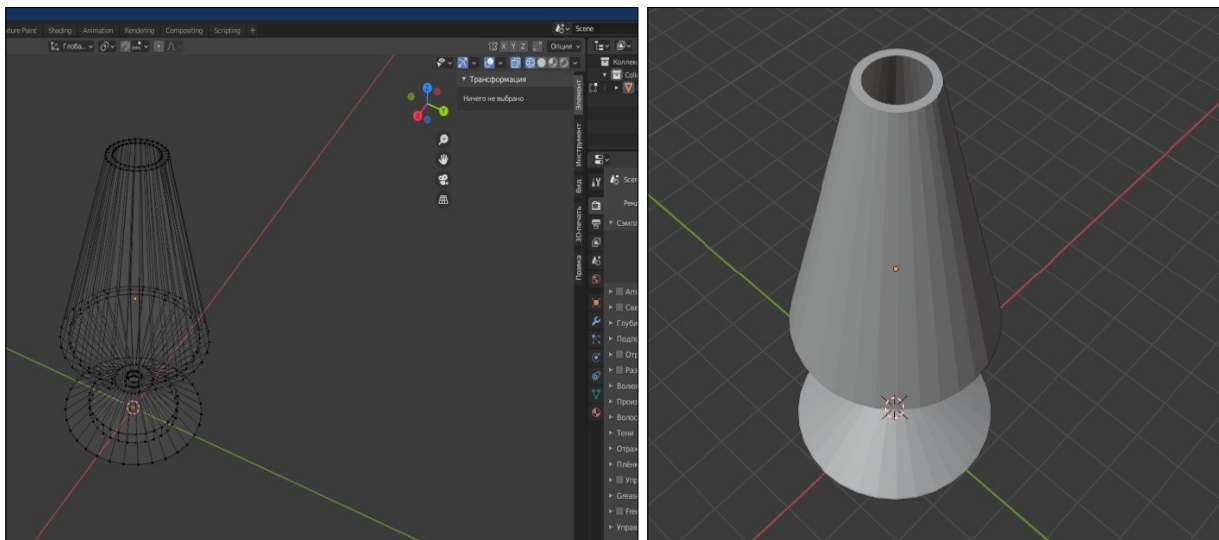


Рисунок 16. Осмотр модели

Сделаем «лампе» вырез, что бы свет мог проходить не только через верх, но и по бокам. Для этого добавляем фигуру, например куб, «помещаем» его во внутрь так, что бы его углы выступали за пределы стенок. После чего

добавляем модификатор «логический», выбираем «разница», тип операнда «Объект», объект выбрать «куб», далее применяем модификатор (или нажимаем Ctrl+A). Таким образом мы «вычли» из «лампы» «куб», тем самым получив отверстия в виде треугольников. Помимо разницы, существует множество других модификаторов, способные менять, генерировать, деформировать фигуры, а так же придавать модели физические свойства, такие как вода, ткань, взрыв и пр.

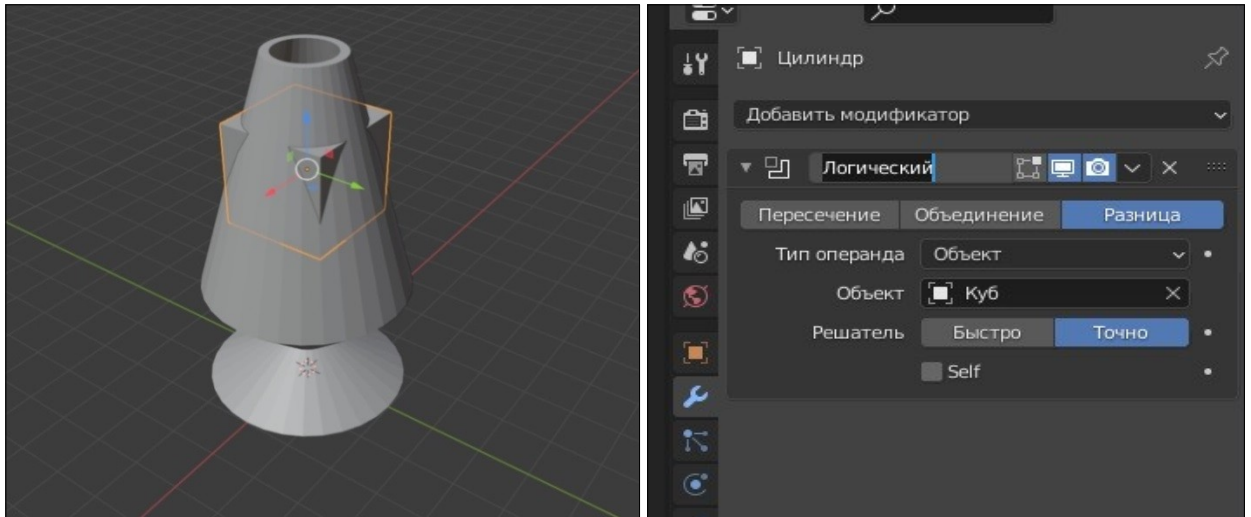


Рисунок 17. Применение логического модификатора

После того, как модель была создана, нужно проверить её на «цельность» встроенными инструментами, для этого и был установлен аддон «3D Print toolbox». Этот инструмент поможет обнаружить открытые и не законченные объекты, «летающие» грани и вершины. Для проверки нужно зайти во вкладку 3D-печать (клавиша N) и нажать «проверить все».

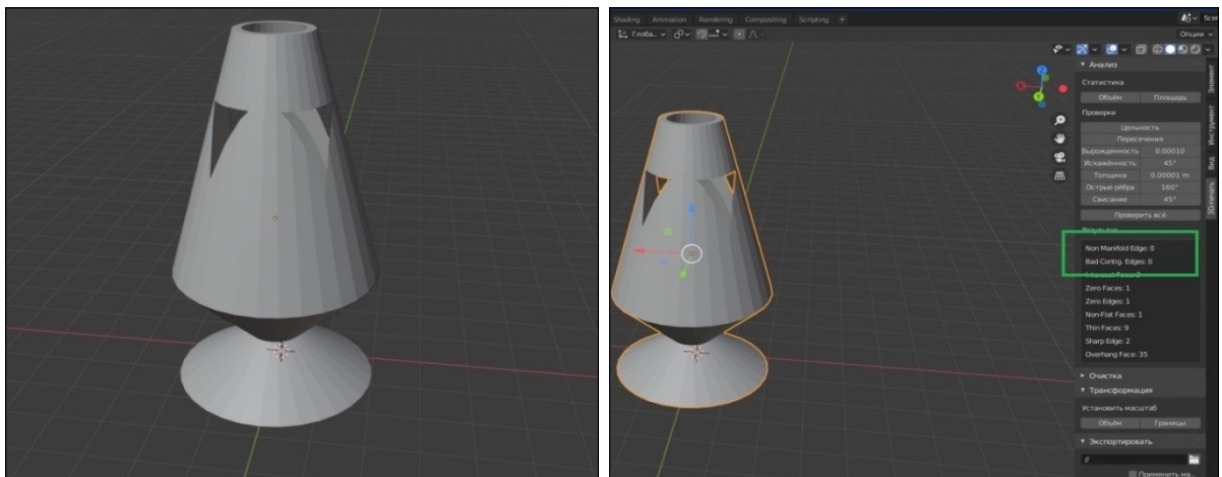


Рисунок 18. Осмотр модели и проверка на целостность

Если в «Non Manifold Edge» и «Bad Config. Edges» стоят «0», то значит с деталь в порядке, цельная и её можно экспортировать в *STL*-файл, чтобы загрузить в нами выбранный в прошлой главе слайсер Cura Ultimaker [4.].

Эта программа располагается в бесплатном доступе на официальном сайте <https://www.ultimaker.com/>. Загружаем и устанавливаем программу. При запуске можно сразу же поменять язык. Зайдем в «Settings – configure settings visibility...», далее во вкладку «Generals – Language» Русский.

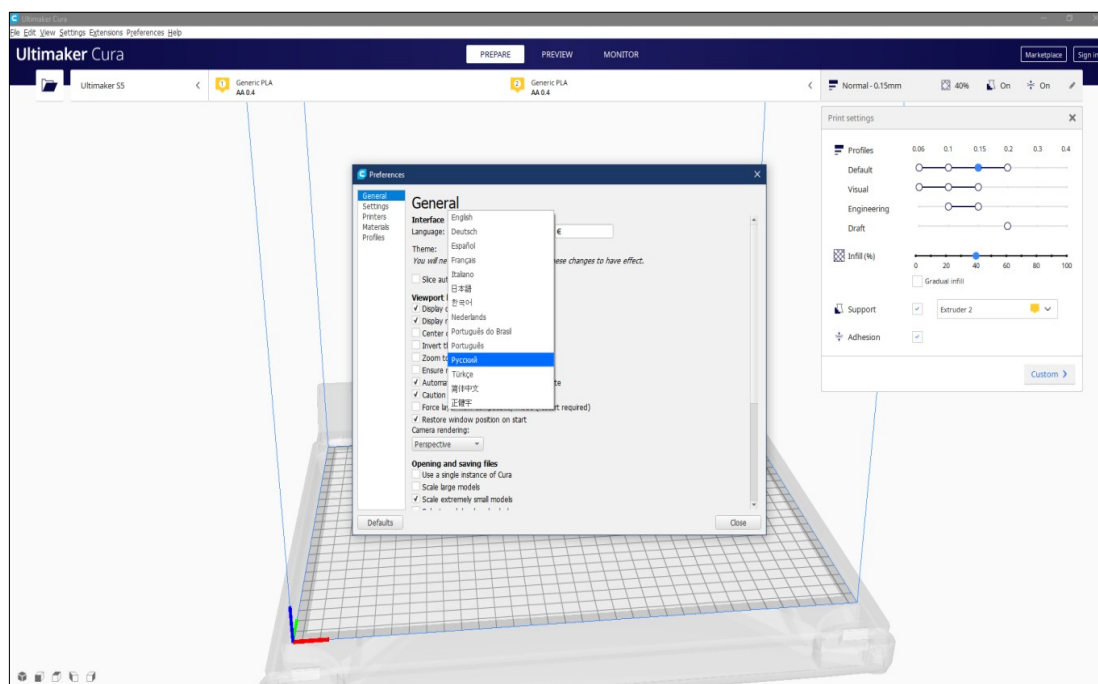


Рисунок 19. Установка языка

Перезапускаем приложение для установки языка. Проверяем, что все получилось, после чего можно перейти и выбрать 3D-принтер «Flying Bear Ghost 5» (или любой другой, в том числе настроить своё, если 3D-принтера не оказалось в списке) во вкладке «Параметры – Принтеры – Добавить принтер».

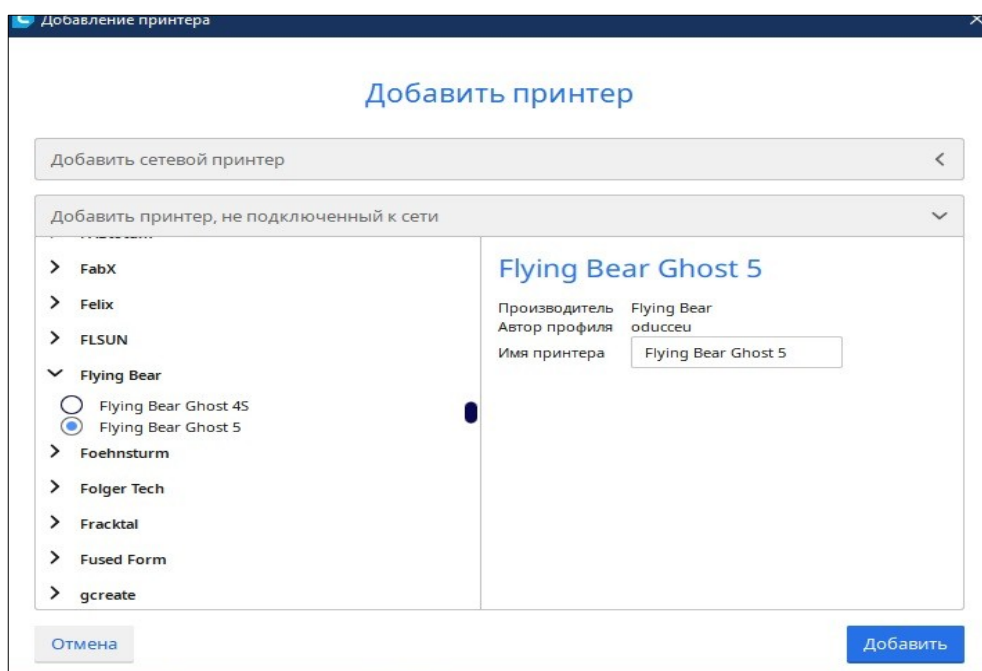


Рисунок 20. Добавление 3D-принтера

В параметрах принтера необходимо установить параметры «ширина» печатной области, «глубина» и «высота» печатной области. В «Параметры головы» можно настроить отступ от края, что бы экструдер не заходил за эти значения. Во вкладке «Extruder 1» обязательно выставляем диаметр совместимого материала, чаще всего это 1.75мм.

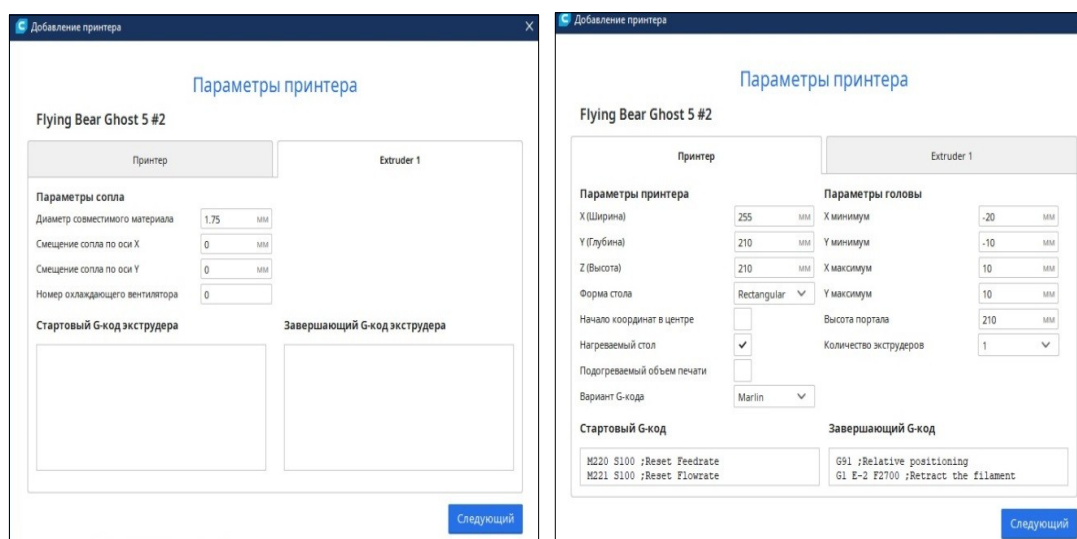


Рисунок 21. Параметры принтера

После настройки нажмем далее и переходим к рабочей области. В ней можно поменять расположение своей модели, её размеры, если они были выставлены не правильно (например, если длина или масштаб стояли не в

том масштабе, в каком нужно). Загружаем экспортированный *STL*-файл нашей «лампы». В режиме «подготовка» можно задать «заполнение» детали (насколько сильно будут заполнены стенки детали), выставить профиль и обязательное наличие поддержек. Программа Ultimaker Cura рассчитает и сгенерирует структуры для поддержки нависающих частей модели. В этом же окне выбрать материал (PLA или ABS).

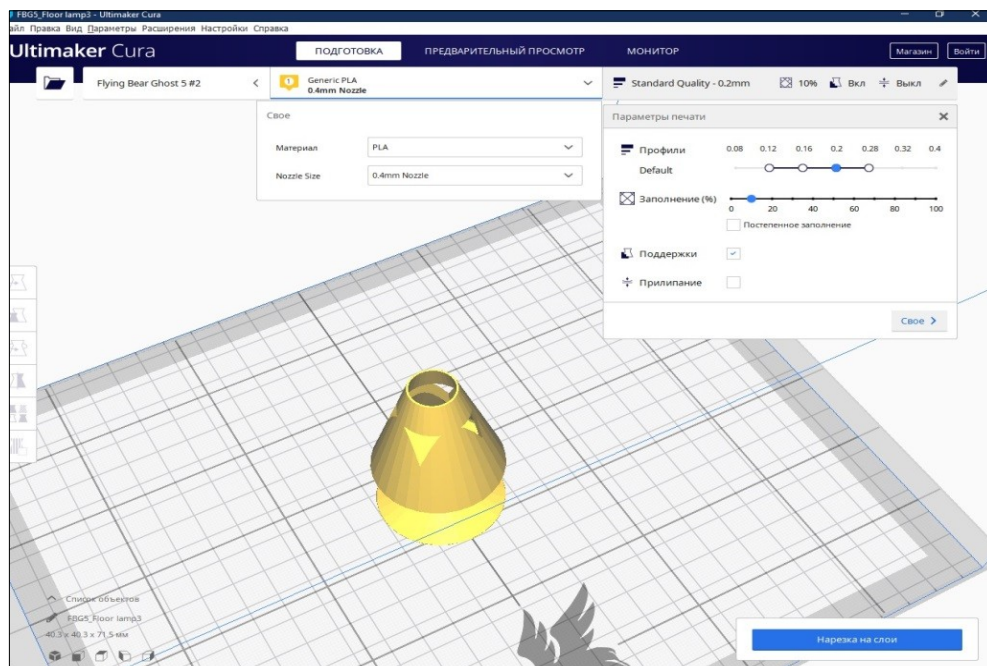


Рисунок 22. Подготовка перед печатью

Перейдем в следующий раздел «Предварительный просмотр» где можно посмотреть печать каждого слоя, примерное время готовности и приблизительный расход материала.

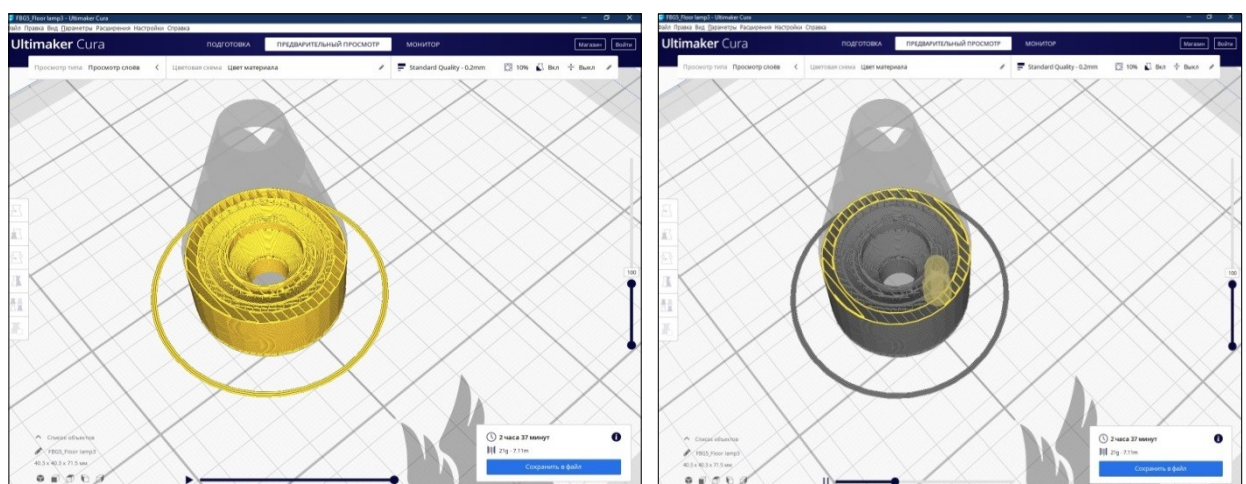


Рисунок 23. «Нарезка» и моделирование движения экструдера

В этом же окне есть режим моделирования перемещения экструдера во время печати, тем самым можно поправить настройки, если движения не корректны. После, проверки всех параметров сохраняем файл в *G-Code*, который можно загрузить на 3D-принтер. Сбросить *G-Code* можно любым вышесказанным способом (LAN, SD, Wi-Fi). Подготовка и показ, как создать 3D-модель, окончена. Полученный материал можно использовать при заполнении контентом в соответствии с целью при разработке мультимедийного web-ресурса.

2.2 Разработка мультимедийного web-ресурса

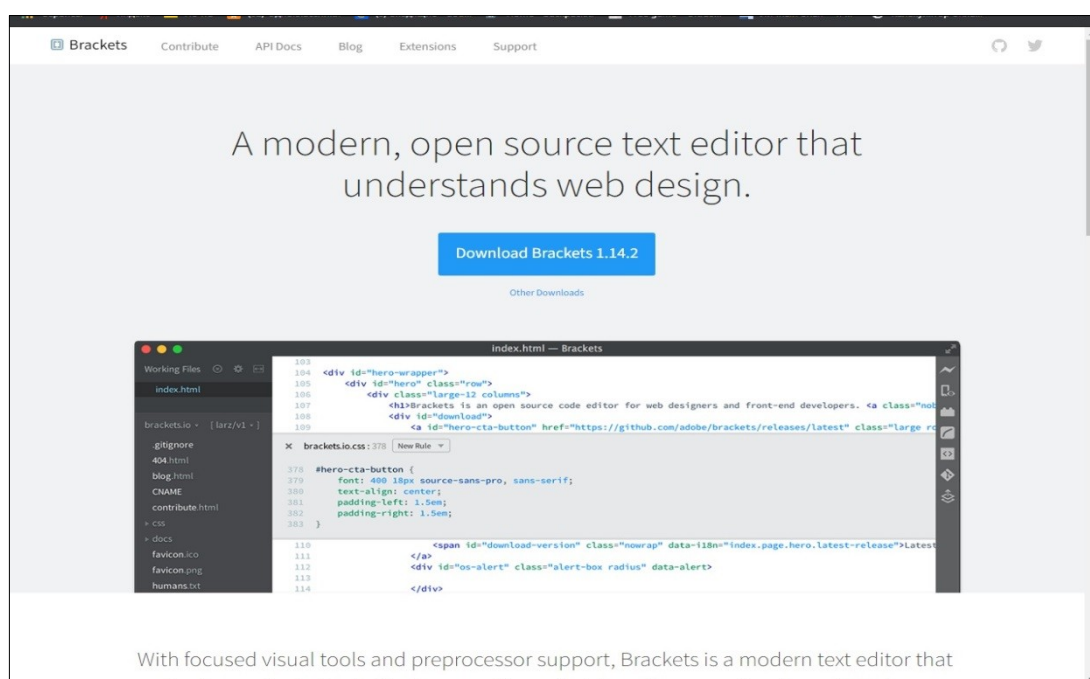


Рисунок 24. Сайт программы Brackets

В предыдущей главе, мы определили, что будем использовать web-технологии для написания сайта с помощью программы Brackets, которую можно бесплатно загрузить с официального сайта (Ссылка на редактор – <https://brackets.io>).

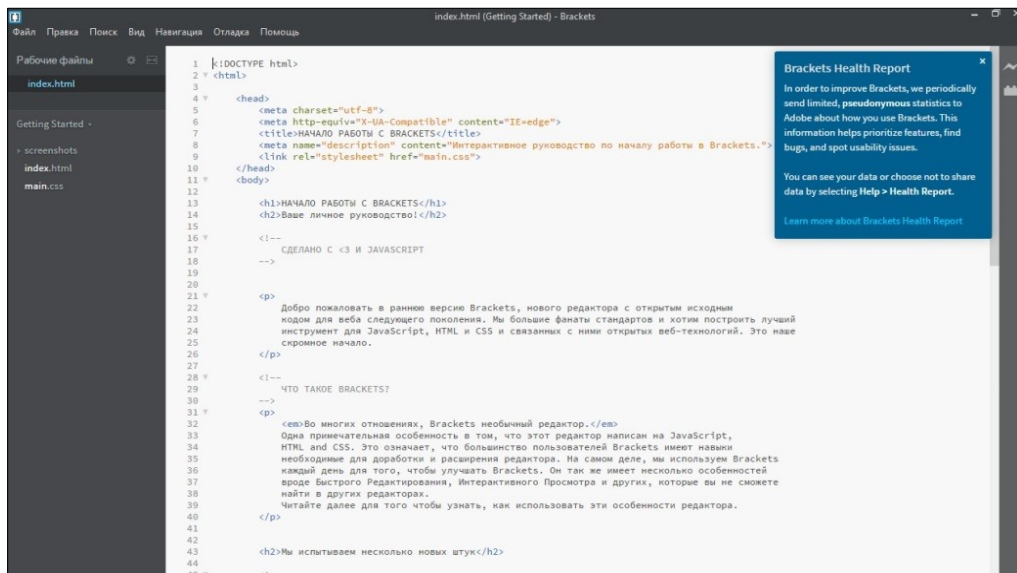


Рисунок 25. Первый запуск программы

После загрузки и установки программы, запускаем и настраиваем тему, язык, размер шрифта. Установим плагины через вкладку «Менеджер расширений», которые помогут для написания кода. В открытом окне, проводим поиск нужных дополнений и устанавливаем их. Например, плагин «Emmet» позволяет быстро писать HTML/CSS код, используя сокращенную запись.

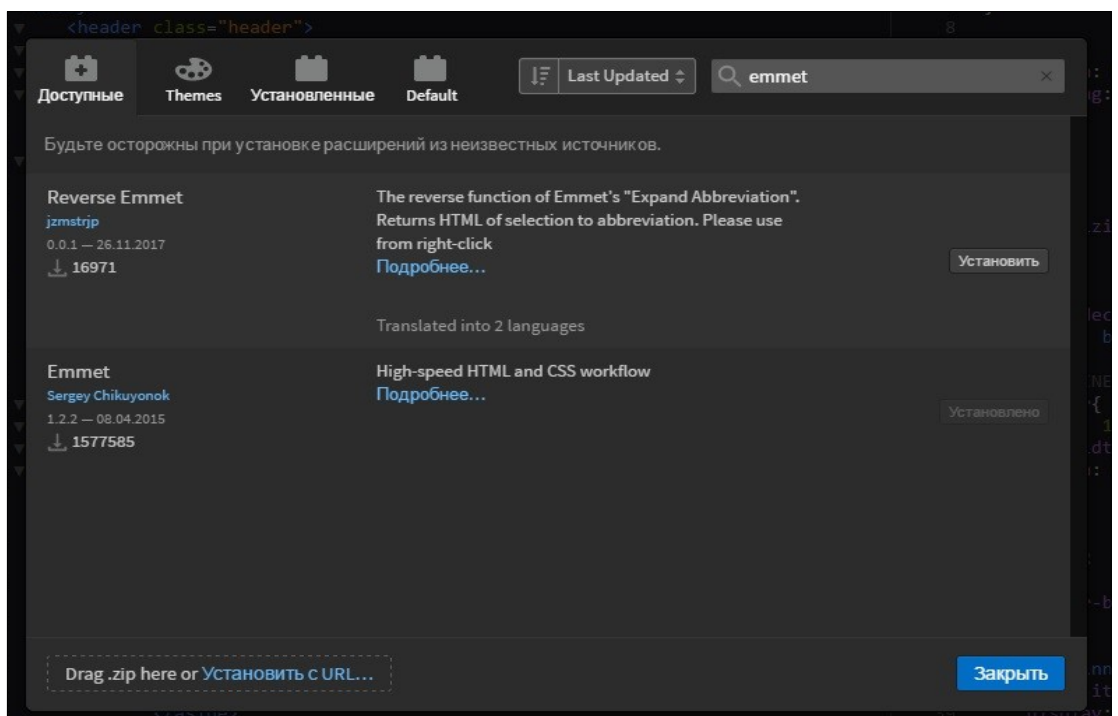


Рисунок 26. Добавление плагина Emmet

Например: `section.portfolio` после нажатия TAB развернет тег в `<section class="portfolio"></section>`. А написав такую запись в HTML файле. `ul>li*4>a[href=#]` после нажатия клавиши TAB, развернется такой код.

```
<ul>
<li> <a href="#"></a> </li>
<li> <a href="#"></a> </li>
<li> <a href="#"></a> </li>
<li> <a href="#"></a> </li>
</ul>
```

Так же сокращенные варианты можно использовать и при написании CSS кода, введя `mb`, при нажатии TAB получится `margin-bottom:`, `bgc` развернется в `background-color:` и т.д.

Разрабатываем сайт в соответствии с техническим заданием, продумываем структуру [11.]. Сайт должен состоять из трёх основных блоков, это «шапка», «основная зона» и «подвал». Так же будет создан т.н. контейнер (container), которому зададим ширину всей странице не менее 1170px. Подбираем цвет сайта исходя из технического задания (цвет темный, контрастно читаемый текст). Заходим на сайт <https://colorscheme.ru/> (инструмент для подбора цветов и генерации цветовых схем) [40.], где можно просмотреть цвета и добавить до четырёх противоположных. Выбираем холодный, ближе к синему цвету (основной фон), цвет текста будет теплый, «ЗОЛОТИСТЫЙ»

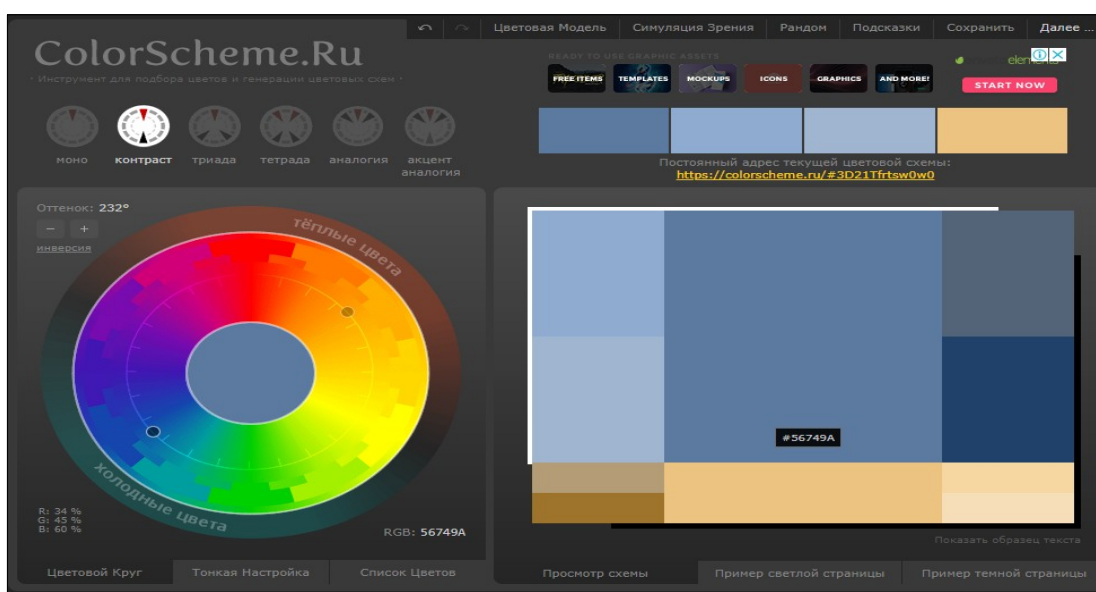


Рисунок 27. ColorScheme

Создаем начальную структуру в редакторе Brackets, пишем код, используя HTML и CSS. подключаем CSS с помощью такой записи `<link rel="stylesheet" href="/css/style.css">` проверяем стили. Размечаем семантические теги HTML 5, такие как HEADER, NAV, MAIN, ASIDE и т.п., делаем предварительное заполнение сайта, главное в первую очередь – это сделать его «скелет», подготовить разделы [12.].

Как уже было сказано выше, есть Live Preview, которая нам в режиме реального времени показывает все изменения на сайте после каждого введенного символа. Это удобно, т.к. не надо после редактирования кода, сохранять его, затем обновлять страницу в браузере. Постепенно наполняем сайт информацией, а так же меняем его дизайн на более читабельный и приятный [36.]. Создаем информационные блоки, такие как галерея, видео. В шапке – разделы «главная», «выбор программы», «3D-принтеры», «контакты». Создаем «подвал» сайта. Все картинки и видео используются бесплатные или из собственного архива [2.].

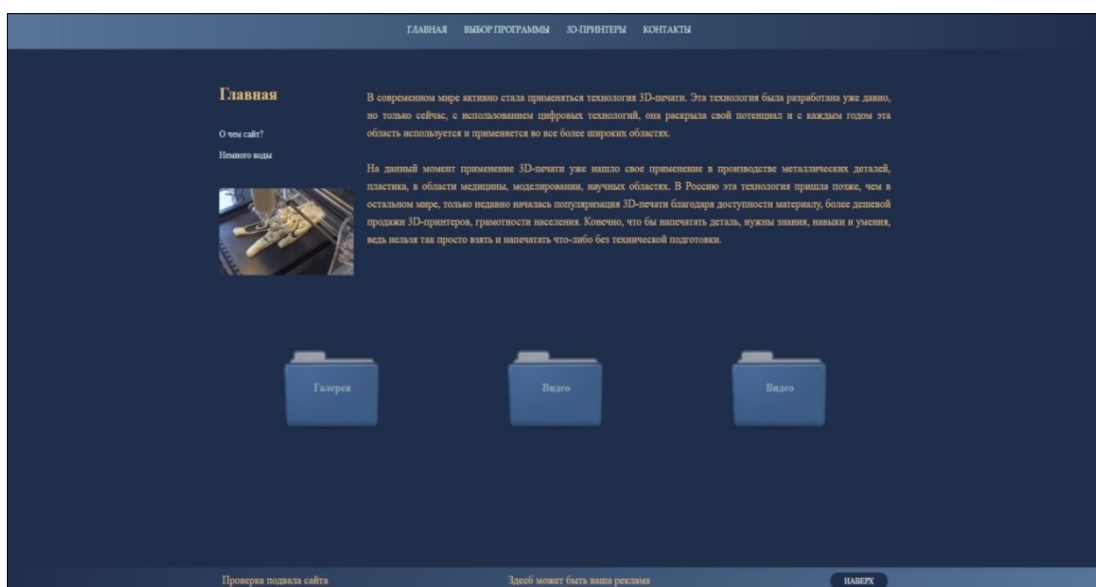


Рисунок 28. Дополненный и обновленный сайт

После формирования главной страницы, создается раздел «Выбор программы», который пишется по шаблону. У нас уже есть основной «скелет» (контейнер, шапка, подвал). В этом разделе создаем дополнительные разделы, где будет теоретическая часть – текст вместе с картинками.

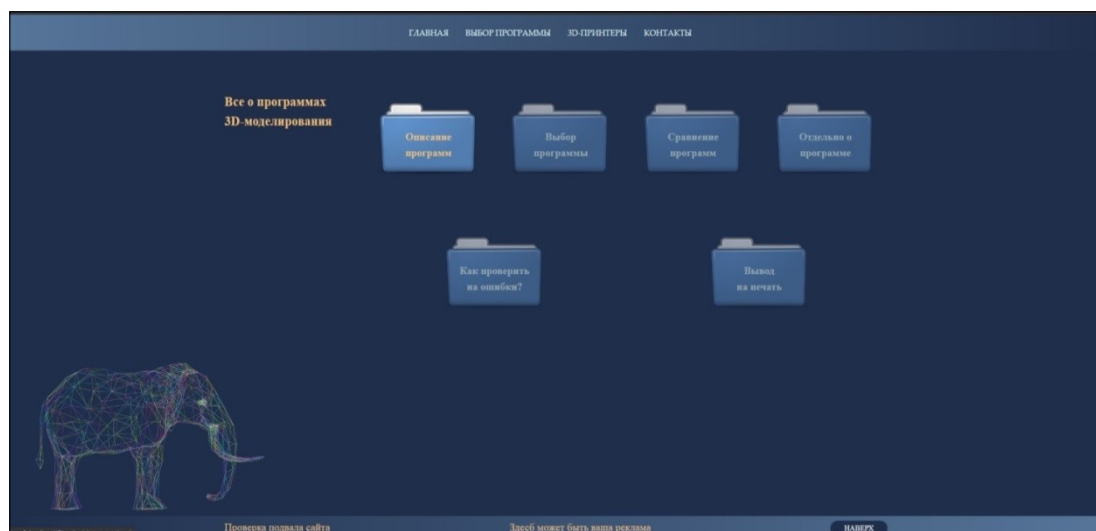


Рисунок 29. Раздел сайта «Выбор программы»

После того, как структура сайта создана, создаем домен и размещаем на хостинг. Хостинг – это «аренда» свободного пространства в сети, где можно разместить свои файлы, которые были созданы при создании сайта. Домен – это адрес, который обычно пишется в виде <https://www.site.com>. Адрес так же берется в «аренду» на разный срок. Для регистрации хостинга и домена, существует множество сайтов, которые их продают. Один из них <https://fornex.com/> – это европейский хостинг с хорошей защитой, приятной стоимостью и удобством управления [10.]. Регистрируем хостинг, заполняя данные, а так же создаем уникальный домен и зону .ru.

Рисунок 30. Регистрация на хостинге

После того, как прошли проверку данных и регистрацию домена, сайт начал работу под адресом how3d.ru. Аренда не бесплатная, поэтому нужно купить хостинг, домен. Регистрируемся на тарифе Economy. Так же можно перейти на более профессиональные. На этом тарифе можно разместить 1 сайт, общий вес файлов не может превышать 1 гигабайт, количество CPU – 1 ядро, количество баз данных – 1, что подходит под наши задачи.

Тарифы			
Отображение валюты на сайте: Рубли ▾			
ECONOMY	START	STANDARD	PRO
1ГБ	10ГБ	20ГБ	30ГБ
1 сайт ⓘ	Полный безлимит ⓘ	Полный безлимит ⓘ	Полный безлимит ⓘ
🚀 x1 ⓘ	🚀 x2 ⓘ	🚀 x4 ⓘ	🚀 x8 ⓘ
🔒 SSL бесплатно	🔒 SSL бесплатно	🔒 SSL бесплатно	🔒 SSL бесплатно
от 72 Р /мес. + ДОМЕН .RU в ПОДАРОК при оплате за год	от 214 Р /мес. + ДОМЕН .RU в ПОДАРОК при оплате за год	от 356 Р /мес. + ДОМЕН .RU в ПОДАРОК при оплате за год	от 570 Р /мес. + ДОМЕН .RU в ПОДАРОК при оплате за год
Заказать	Заказать	Заказать	Заказать
Попробовать бесплатно	Попробовать бесплатно	Попробовать бесплатно	Попробовать бесплатно

Рисунок 31. Тарифы

Так же можно установить бесплатно SSL-сертификат. SSL (или уровень защищенных сокетов) – это криптографический протокол, который предназначен для повышения безопасности сайта. Его цель – обеспечить безопасную линию передачи данных между «Браузером/Клиентом» и «Сервером» [30.]. Что бы его установить, воспользуемся cPanel на сайте «forpex» и перейдем в раздел «безопасность» – «SSL/TLS», затем «Установка и управление SSL для сайта (HTTPS)». Так же на это странице можно создать закрытые ключи, сделать запрос на подпись сертификата, просмотреть эти сертификаты. В установке SSL выбираем свой домен и «автозаполнение доменом»

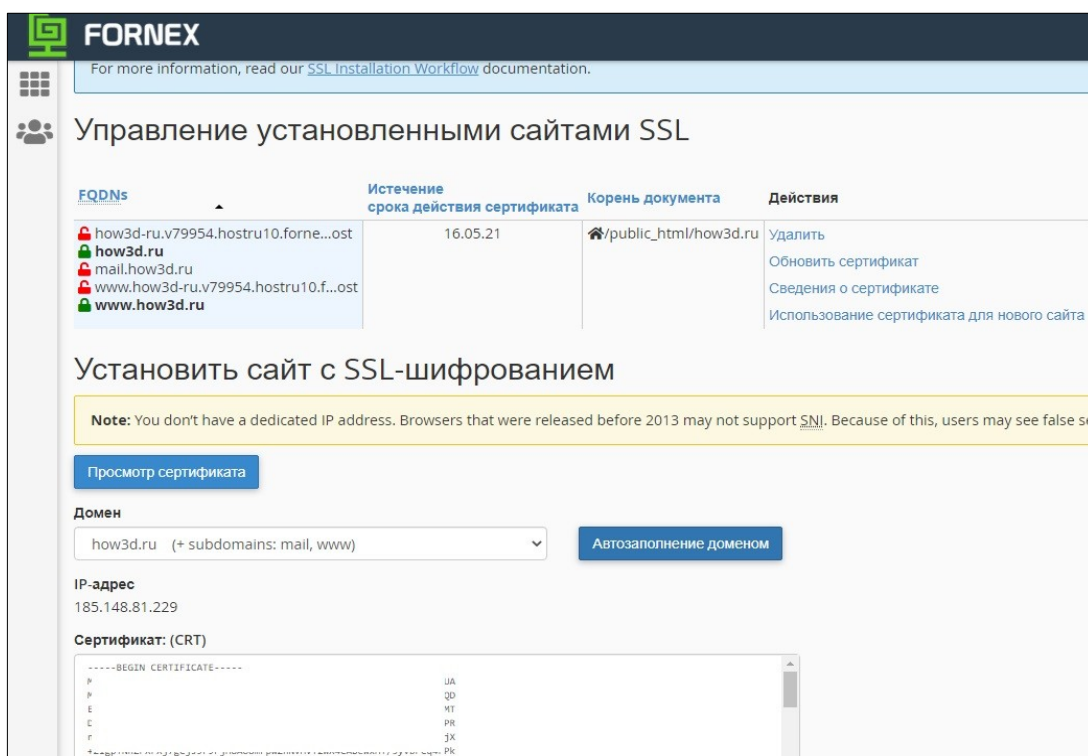


Рисунок 32. Установка сертификата

После установки сертификата, переходим в «Диспетчер файлов», где будем размещать наши файлы с сайтом. Заходим в `public_html`, видим папку с нашим сайтом – `how3d.ru`, в нее будем загружать наши файлы с папки проект, который находится жёстком диске компьютера. Создаем архив `project.zip`, в диспетчере файлов нажимаем «Отправить», перетаскиваем наш архив, ждем загрузки файлов, возвращаемся, распаковываем. Каждый раз, при изменении файлов, можно заходить и менять файлы, как отдельно, так и всю папку. Проверку можно провести в любом браузере, только перед этим предварительно нужно нажать `Ctrl+f5`, это для того, что бы произошла очистка кэша сайта в браузере и обновилась страница, тогда все элементы будут отображаться правильно.

2.3 Описание разработанных мультимедийных образовательных материалов и проведения апробации

Как было описано в предыдущей главе, сайт создавался на web-технологии HTML5, CSS3 и JS. В данном разделе показан полностью работоспособный сайт, который может использоваться как дополнительный

материал при 3D-печати и моделировании. Сайт был создан в соответствии с техническим заданием.

В соответствии с техническим заданием, разработана страница «ГЛАВНАЯ», где размещены разделы «О чем сайт?», «История» появления технологии 3D-печати, «Галерея» «Видео» и «Загрузить готовые файлы». Также на основной странице описание технологии, примеры в виде картинок и где применяется 3D-принтер в данный момент.

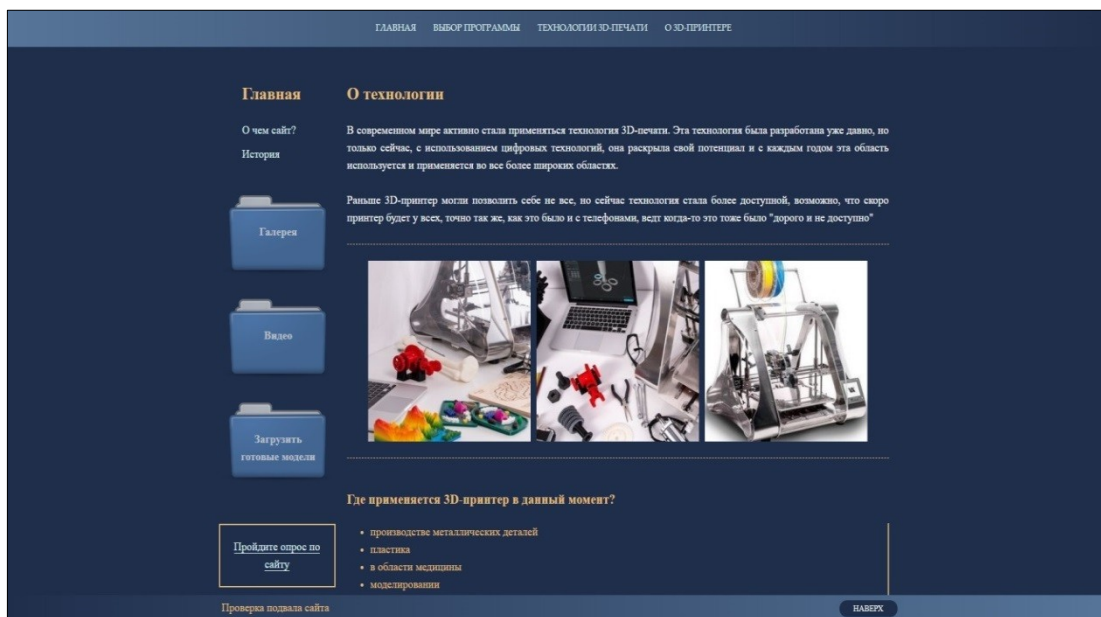


Рисунок 33. Главная страница сайта

В разделе «галерея» альбом с картинками, где размещены фотографии разного характера [3.]. Можно открыть любую, которая заинтересовала или по которой нужно увидеть информацию. Картинка открывается в этом же окне, так же их можно листать влево и вправо стрелками на клавиатуре или компьютерной мышью. Для создания такого альбома была применена технология web-технология JS

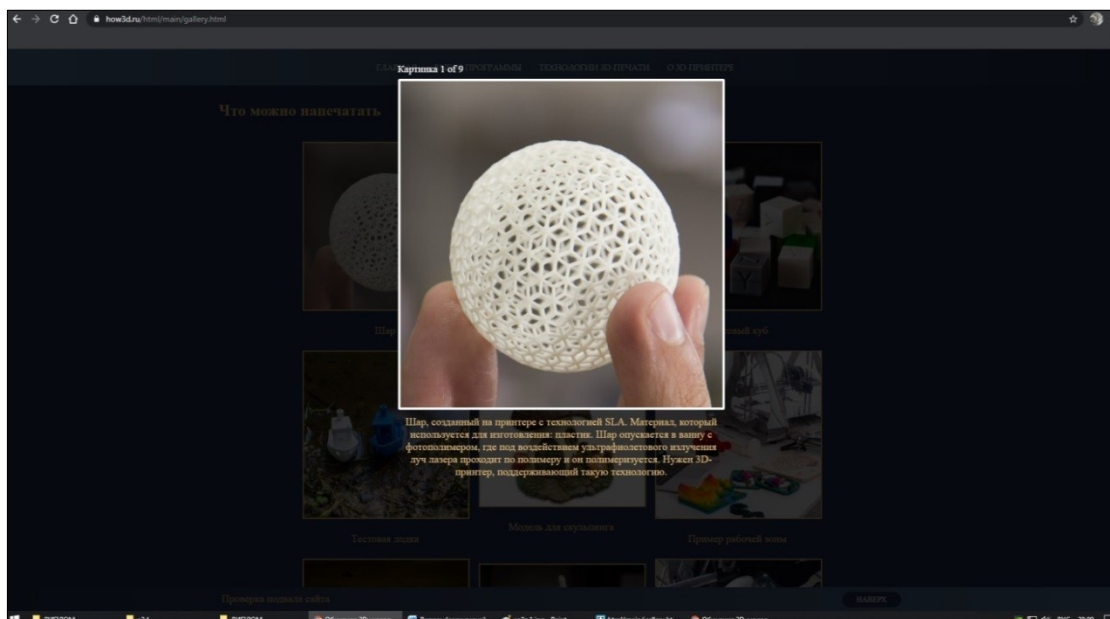


Рисунок 34. Картинка с описанием

В разделе «Готовые модели для 3D-печати» уже готовые модели, которые можно скачать по прямой ссылке.

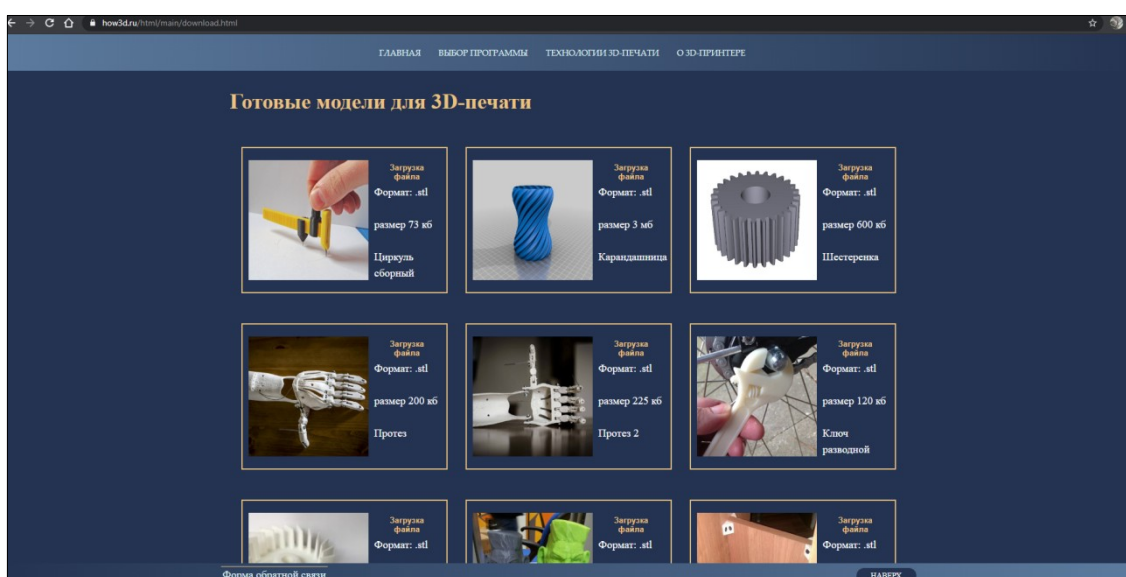


Рисунок 35. Раздел «готовые модели»

В разделе «выбор программы» описание программ, которые нужны для 3D-проектирования, и как их выбрать. На странице так же есть 6 подразделов, где описывают, сравниваются программы, отдельно о программе Blender, раздел про ошибки и как их не допускать при моделировании, а так же вывод детали на печать.

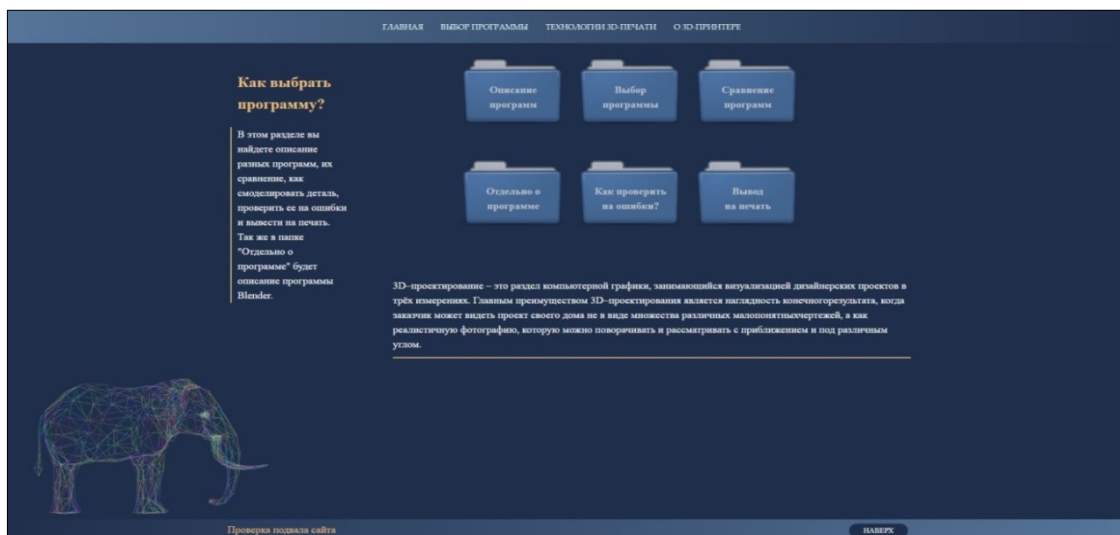


Рисунок 36. Раздел «выбор программы»

Каждая «папка» рассказывает о своей заданной теме, на страницах применяется текст, картинки, таблицы, видео. Слева есть навигационные стрелки, которые помогают переходить в соседние разделы, не выходя из страницы.

В разделе «технологии 3D-печати» страница с описанием технологии, с которой работают 3D-принтеры. Так же у каждой страницы есть кнопка «Наверх», которая помогает вернуться к «шапке» сайта, если на странице много информации.



Рисунок 37. Раздел «технологии 3D-печати»

В разделе «о 3D-принтере» описываются их виды. Страница представлена в виде «landing page», где информация описывается в книжном

варианте со своим оглавлением на нужные разделы. У каждого раздела так же есть кнопки «К оглавлению».

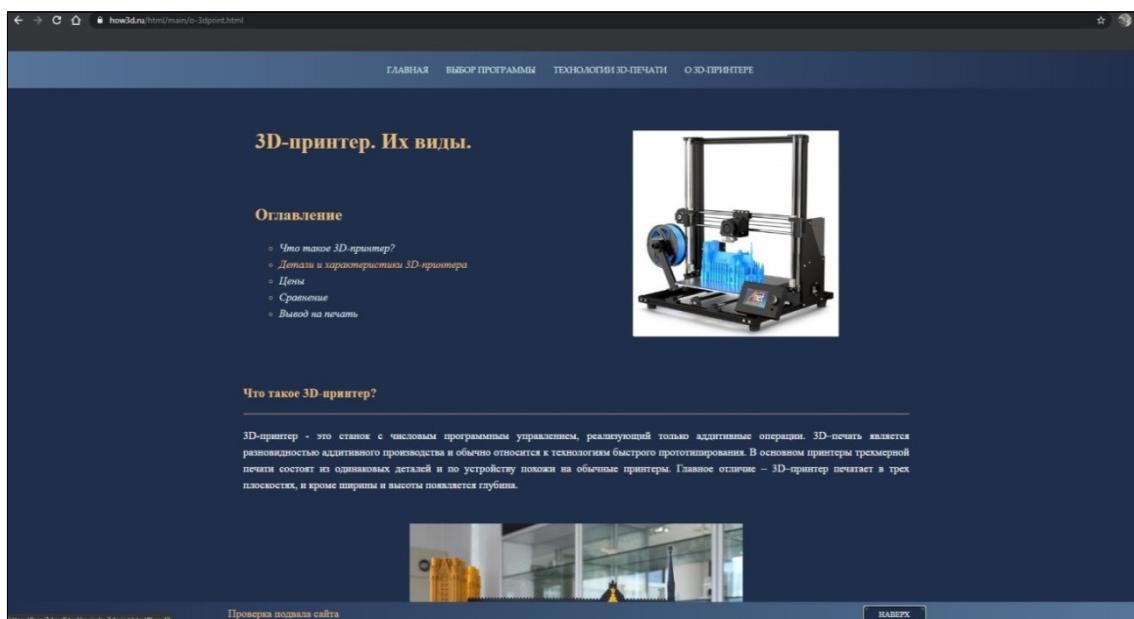


Рисунок 38. Страница «о 3D-принтере» с оглавлением

На страницах применены стили и анимации для удобной навигации и красивого оформления, сделаны удобные «скрипты» для плавного скольжения вверх или вниз по странице, ссылки, ведущие на другие сайты с информацией или описанием, открываются в новых вкладках [9.]. Сайт получился «резиновый», может адаптироваться под широкоформатные экраны типа 16:10, 16:9, так и под экраны 4:3, 5:4.


Результаты апробации

После реализации и тестового запуска проекта, сотрудники отдела предприятия прошли первичную апробацию. Экспертам было необходимо оценить сайт, ответив на каждый вопрос анкеты «Да», «Нет», «Частично», созданной в Google_Формы. Анкета и ответы (см. Приложение 1, 2.)

Оцените готовый проект

Опрос пользованием сайта <https://www.how3d.ru>. На сайте описывается изготовления детали или модели от ее создания до напечатанной на 3D-принтере продукции. Сайт информационно-образовательный, где Вы сможете найти любую информацию "от" и "до". Если сайт сразу же отображается "криво", попробуйте нажать CTRL F5 и после этого отвечать на вопросы.

Заголовок



Сколько Вам лет? *

☐ 0-15

☐ 16-30

Хорошая ли читаемость текста? *

☐ Да

☐ Частично

☐ Нет

Полная ли информация на сайте? *

☐ Да

☐ Частично

☐ Нет

Перегружен ли сайт некоторыми элементами (слишком много картинок, ссылок, не нужных таблиц)? *

☐ Да

☐ Частично

☐ Нет

Понятны ли разделы, можно ли быстро найти и переключиться на другую информацию? *

☐ Да

Рисунок 39. Анкета

Всего опрос прошло 8 человек, 1 из них старше 45 лет, 2 человека с возрастом от 31 до 45 лет, 5 человек от 16 до 30 лет. Так же все они имеют средний или продвинутый уровень пользователя ПК.

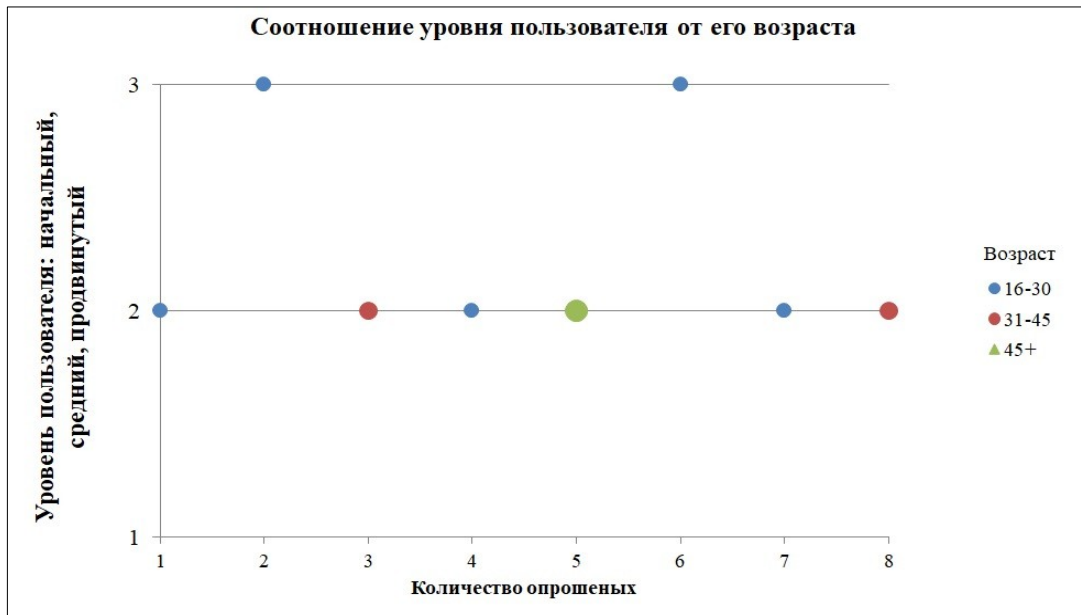


Рисунок 40. Респонденты опроса

Результаты опроса были сведены в таблицу Microsoft Excel. Ответам «Да» присваивалось 2 балла, ответам «Частично» – 1 балл, и ответу «Нет» – 0 баллов.

Проголосовавшие	1	2	3	4	5	6	7	8	ср.зн.
Работает ли сайт?	2	2	2	2	2	2	2	2	100%
Все ли ссылки работают?	2	2	2	2	2	2	0	2	88%
Понятен ли сайт?	2	2	1	2	2	2	2	2	94%
Удобен ли интерфейс?	2	2	2	1	2	2	0	2	81%
Читабелен ли текст?	2	2	2	2	2	2	0	2	88%
Полнота информации?	2	1	1	2	1	2	0	2	69%
Сайт перегружен?	2	2	0	1	1	2	1	2	69%
Поиск между разделами?	2	2	2	2	0	2	0	2	75%

Рисунок 41. Таблица результатов

Средние значения ответов респондентов на вопросы отсортированы по убыванию и представлены на диаграмме.

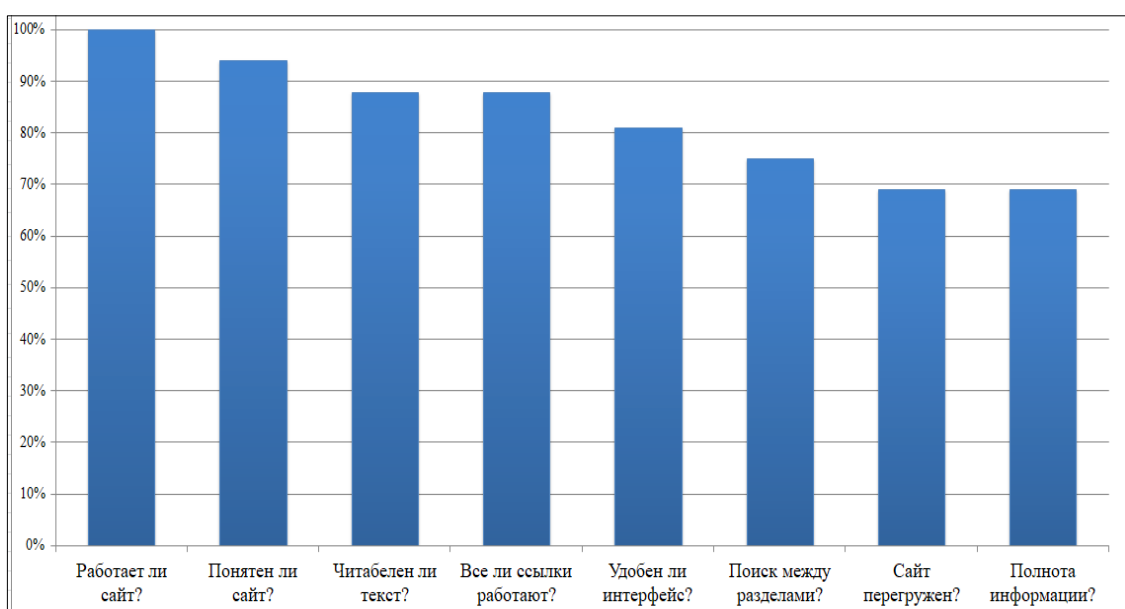


Рисунок 42. Распределение средних значений ответов

Как мы видим, самое максимальное значение получил вопрос «Функциональная готовность (работоспособность) web-ресурса?», набравший 100% голосов. Несколько ниже значения средней оценки (69% голосов) на вопросы «Полнота информации на сайте» и «Перегружен ли сайт фото- и видеоматериалом», показывающие, что информационное наполнение сайта следует развивать. Последние вопросы направлены на выявление пожеланий и критических замечаний. Ведется работа с рекомендациями респондентов и коррекция web-ресурса.

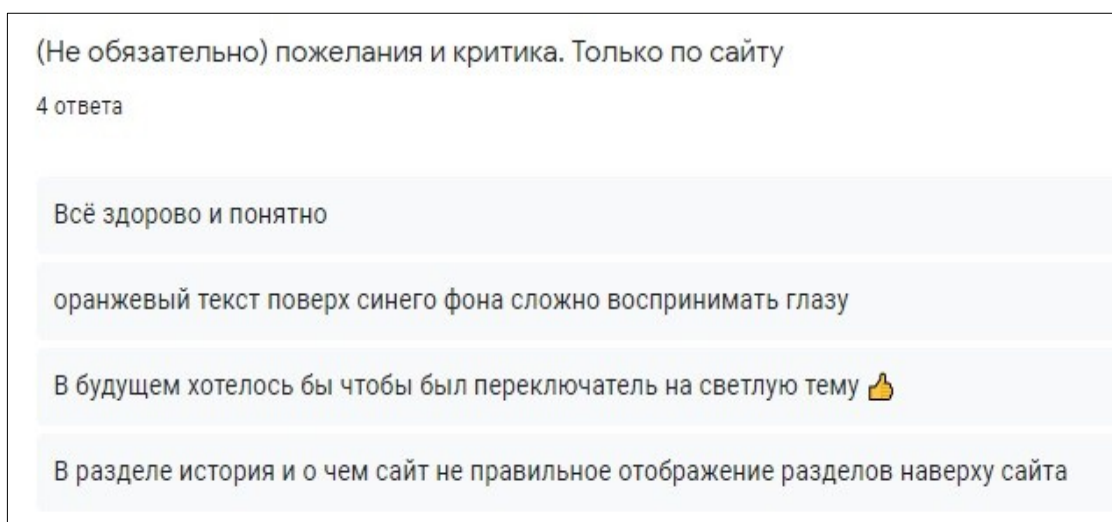


Рисунок 43. Пожелания и критика

В целом сайт получил хорошие отзывы при тестировании разделов и информационно-образовательных материалов. Таким образом, результаты первичной апробации позволяют прийти к выводу, что разработанный мультимедийный web-ресурс после незначительной доработки может быть рекомендован к использованию для сотрудников отдела и всех интересующихся проблемами 3D-моделирования для печати на принтерах.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Был разработан мультимедийный web-ресурс по 3D-печати и 3D-принтерам с использованием web-технологий. На информационно-обучающем ресурсе имеются разделы в виде текстовой информации, а так же фото- и видеоматериал. Описывается технология 3D- моделирования, технология 3D-печати, наглядно демонстрируется создание 3D-моделей от проектирования её на чертеже, заканчивая изготовлением готовой детали. Разработанный web-ресурс могут использовать сотрудники отдела предприятия в целях самообразования и получения новых знаний. Требования по базовой подготовке – знание основ черчения, математики, информатики на уровне средней школы.

Был проведен обзор распространенных в России средств и технологий 3D-печати, анализ и выбор средств разработки и подготовки к печати 3D-моделей. Проведен анализ и выбор средств и технологий создания информационных мультимедийных web-сайтов.

Мультимедийный web-ресурс соответствует целям работы, были выполнены все поставленные задачи. Работа носит законченный характер.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Баранова И.В. КОМПАС-3D для школьников. Черчение и компьютерная графика / учебное пособие для учащихся общеобразовательных учреждений. 2018. С. 272.
2. Библиотека бесплатных стоковых фото и видео. URL: <https://pixabay.com/ru/> (Дата обращения 09.01.2021).
3. Библиотека бесплатных стоковых фото и видео. URL: <https://www.pexels.com/ru-ru/> (Дата обращения 17.01.2021).
4. Блог по 3D-модели. URL: <https://getfab.ru/post/47748/> (Дата обращения 28.12.2020).
5. Васильева И.Н., Федоров Д.Ю. Web-технологии / учебное пособие
6. ГОСТ Р 55750 – 2013. Метаданные электронных образовательных ресурсов. 2013. С. 10.
7. ГОСТ Р 7.0.100 – 2018. Библиографическая запись. Библиографическое описание. 2018. С. 128.
8. Диких Э.Р., Дроботенко Ю.Б., Дука Т.О. Методологические подходы и методы педагогических исследования / коллективная монография. 2018. С. 184.
9. Диков А.В. Клиентские технологии web-дизайна. HTML5 и CSS3 / учебное пособие. 2019. С. 188.
10. Европейский хостинг Fornex. URL: <https://fornex.com/> (Дата обращения 03.02.2021)
11. Инструмент прототипирования интерфейсов. URL: <https://wireframe.cc/> (Дата обращения 20.01.2021)
12. Интерактивные курсы по HTML, CSS и JavaScript. URL: <https://htmlacademy.ru> (Дата обращения 27.01.2021).
13. Как пользоваться 3D-принтером. URL: <https://kurskpu.ru/raznoe-2/kak-polzovatsya-3d-printerom-3d-printer-cto-eto-i-kak-on-rabotaet-geekbrains.html> (Дата обращения 28.12.2020).

14. Катунин Г.П. Основы мультимедийных технологий / учебное пособие. 2018. С. 784.
15. Кильмяшкин Е.А., Наумкин Н.И., Безруков А.В. Изучение принципа работы 3D-принтера projet™ SD 3000 / учебное пособие. 2019. С. 20.
16. Коршунова О.В., Огородникова С.В. Методологические подходы к обучению и воспитанию в сельской школе / монография. 2018. С. 653.
17. Ложкина Е.А., Ложкин В.С. Проектирование в среде 3ds Max / учебное пособие. 2019. С. 180.
18. Меженин А.А. Технологии разработки 3D-моделей / учебное пособие. 2018. С. 104.
19. Обзор 3D-редактора Blender. URL: <https://3ddevice.com.ua/blog/3d-printer-obzory/3d-redaktor-blender-obzor/> (Дата обращения 18.01.2021).
20. Обзор Brackets. URL: <https://brackets.softok.info/> (Дата обращения 28.01.2021)
21. Олифер В.Г., Олифер Н.А. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы / учебник для вузов. 2010. С. 944.
22. Онлайн сервис по проектированию чертежей. URL: <https://cad.model-r.ru/> (Дата обращения 16.01.2021)
23. Панкова Е.В. Мультимедийные ресурсы в образовательном процессе / статья, 2018. С. 1-2.
24. Петрова А.Н. Технологии WEB / учебное пособие. 2018. С. 176.
25. Побединский Е.В., Побединский В.В. Проектирование web-сайтов с использованием технологий PHP, HTML, CSS и WORDPRESS / учебное пособие. 2018. С. 115.
26. Программа 3ds Max. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Autodesk_3ds_Max/ (Дата обращения 26.12.2020).
27. Программа Blender. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Blender> (Дата обращения 26.12.2020).

- 28.Программа Maya. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Autodesk_Maya (Дата обращения 26.12.2020).
- 29.Рэдвуд Б., Шофер Ф., Гаррэт Б. 3D-печать / практическое руководство. 2020. С. 220.
- 30.Самоучитель HTML. URL: <http://htmlbook.ru/> (Дата обращения 23.01.2021).
- 31.Семенова Е.Г. Внедрение новых методов цифровизации программно-аппаратных комплексов в аддитивном производстве / статья Автоматизация и моделирование в проектировании и управлении 2019. №1 (ч. 3). С. 41-47.
- 32.Сидоров А.А. 2D и 3D моделирование в системе AutoCAD для студентов / учебное пособие. 2018. С. 80.
- 33.Современные методы обучения. URL: <https://4brain.ru/pedagogika/new-methods.php>
- 34.Сорокин Д.В., Бабкина Л.А. Имитационное моделирование и цифровое производство с использованием 3D-сканеров и 3D-принтеров при проектировании и изготовлении сложных деталей ракетно-космической техники / учебное пособие. 2017. С. 90.
- 35.Сравнение 3D-принтеров. URL: <https://goo-gl.ru/lP9rp> (Дата обращения 18.01.2021)
- 36.Стилизация web-страниц. URL: <https://habr.com/ru/company/ruvds/blog/509194/> (Дата обращения 16.01.2021).
- 37.Технология Java script. URL: <https://promo.ingate.ru/seo-wikipedia/java-script/> (Дата обращения 14.01.2021).
- 38.Трофимов А.В. Компьютерные технологии в машиностроении. Аддитивные технологии / учебное пособие. 2019. С. 72.
- 39.Что такое 3D-печать. URL: <https://top3dshop.ru/blog/what-is-3d-printing.html> (Дата обращения 22.01.2021).

- 40.Школа дизайна ТОТО. URL: <https://toto-school.ru/raznoe-2/3d-graficheskij-redaktor-obzor-samyh-populyarnyh-3d-redaktorov.html> (Дата обращения 16.01.2021).
- 41.Шкуро А.Е., Кривоногов П.С. Технологии и материалы 3d-печати / учебное пособие. 2017. С. 99.
- 42.Blender Documentation. URL: <https://docs.blender.org/manual/en/latest/index.html> (Дата обращения: 28.01.2020)

ПРИЛОЖЕНИЯ

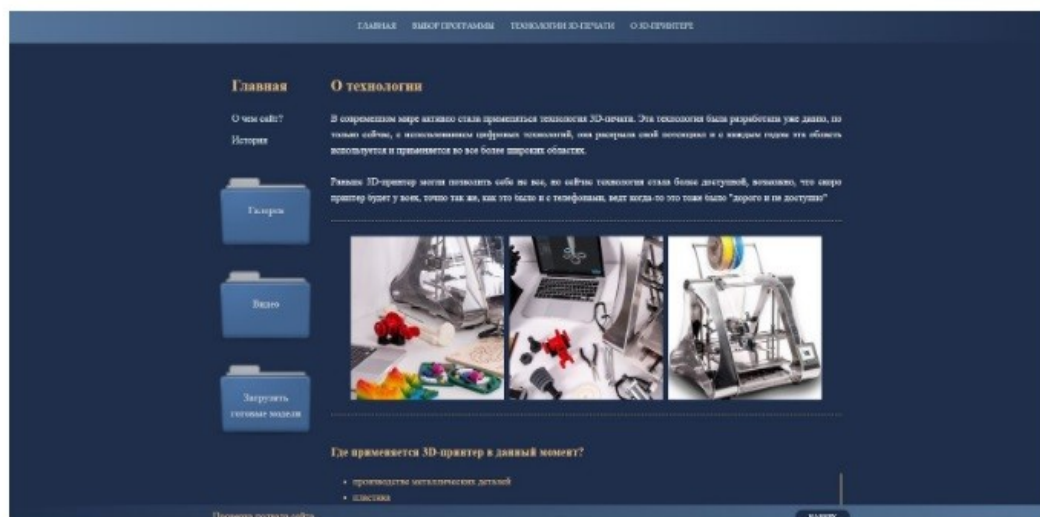
Приложение 1

Опрос для апробации сайта

Оцените готовый проект

Опрос пользования сайта <https://www.how3d.ru>. На сайте описывается изготовление детали или модели от её создания до напечатанной на 3D-принтере продукции. Сайт информационно-образовательный, где Вы сможете найти любую информацию "От" и "До". Если сайт сразу же отображается "криво", попробуйте нажать CTRL F5 и после этого отвечать на вопросы.

Заголовок



Сколько Вам лет? *

- ☐ 0-15
- ☐ 16-30
- ☐ 31-45
- ☐ 45+

Ваш уровень пользования ПК *

- ☐ Начальный (знаете, как запустить компьютер, можете выйти в интернет)
- ☐ Средний (сможете установить ПО, разобраться в простых проблемах)
- ☐ Продвинутый (сможете устранить большинство проблем и установить любое ПО)

Работает ли сайт how3d.ru? *

- ☐ Да
- ☐ Частично
- ☐ Нет

Все ли ссылки работают? *

- ☐ Да
- ☐ Частично
- ☐ Нет

Понятно ли, для чего нужен этот сайт? *

- ☐ Да
- ☐ Частично
- ☐ Нет

Удобен ли интерфейс? *

- ☐ Да
- ☐ Частично
- ☐ Нет

Хорошая ли читаемость текста? *

- ☐ Да
- ☐ Частично
- ☐ Нет

Полная ли информация на сайте? *

- ☐ Да
- ☐ Частично
- ☐ Нет

Перегружен ли сайт некоторыми элементами (слишком много картинок, ссылок, не нужных таблиц)? *

- ☐ Да
- ☐ Частично
- ☐ Нет

Понятны ли разделы, можно ли быстро найти и переключиться на другую информацию? *

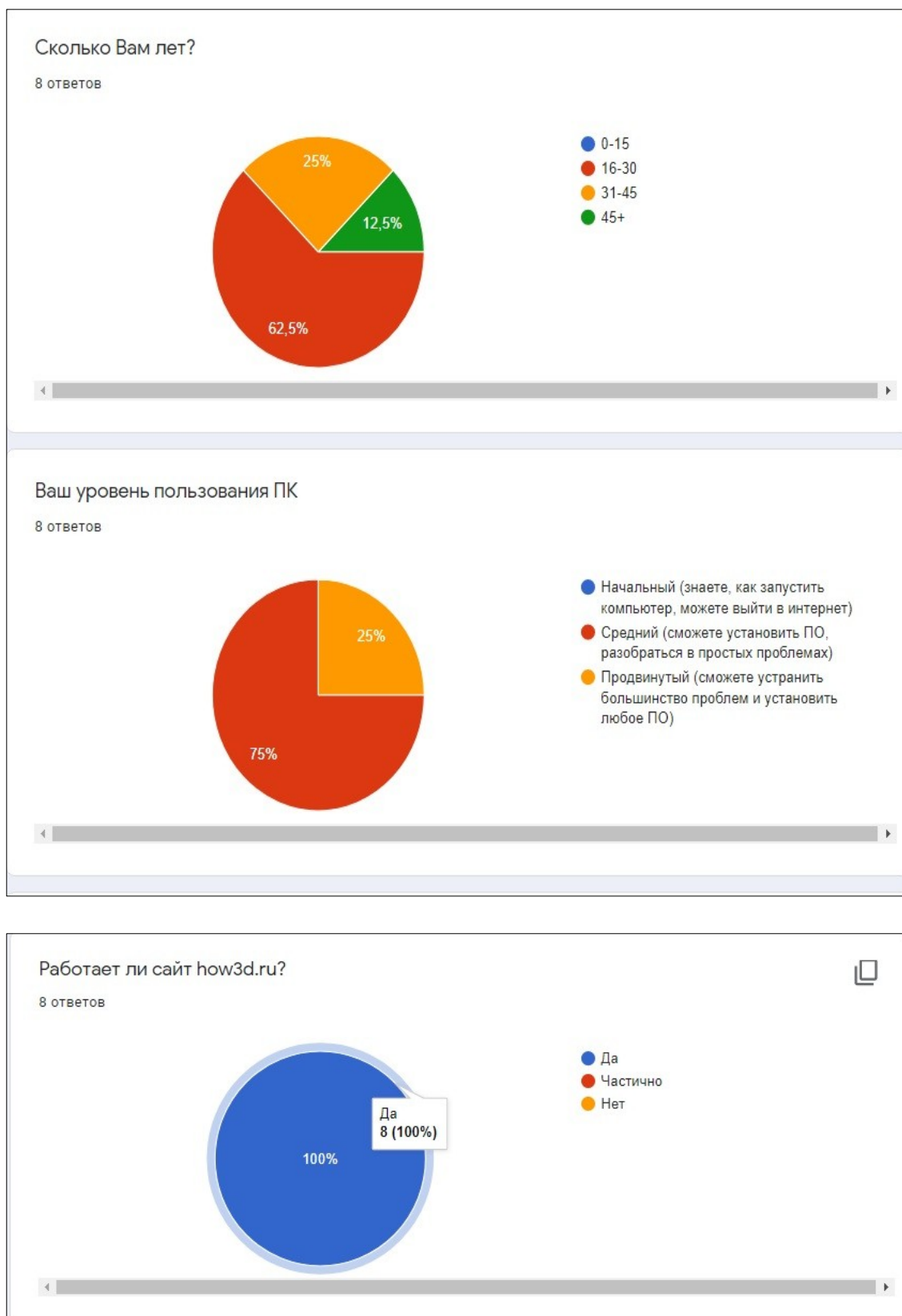
- ☐ Да
- ☐ Частично
- ☐ Нет

(Не обязательно) пожелания и критика. Только по сайту

Развернутый ответ

.....

Ответы опроса



Все ли ссылки работают?

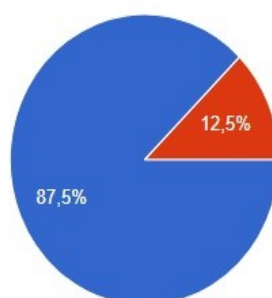
8 ответов



- Да
- Частично
- Нет

Понятно ли, для чего нужен этот сайт?

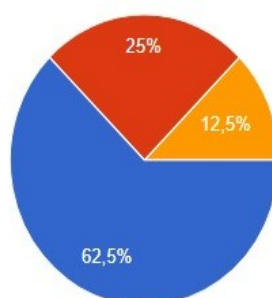
8 ответов



- Да
- Частично
- Нет

Удобен ли интерфейс?

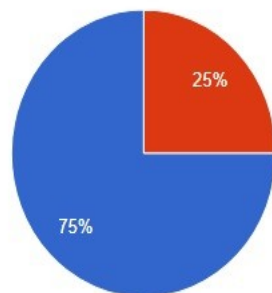
8 ответов



- Да
- Частично
- Нет

Хорошая ли читаемость текста?

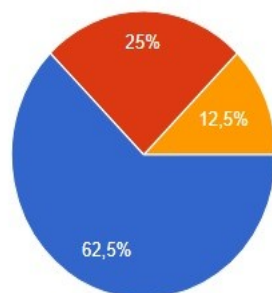
8 ответов



- Да
- Частично
- Нет

Полная ли информация на сайте?

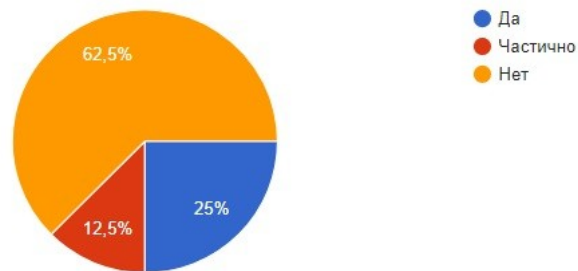
8 ответов



- Да
- Частично
- Нет

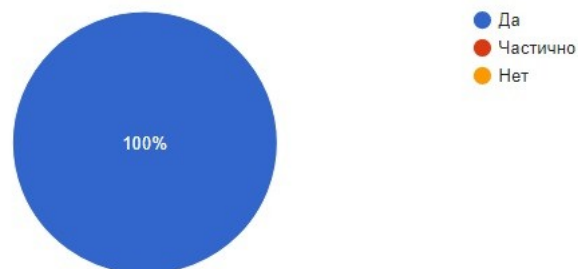
Перегружен ли сайт некоторыми элементами (слишком много картинок, ссылок, не нужных таблиц)?

8 ответов



Понятны ли разделы, можно ли быстро найти и переключиться на другую информацию?

8 ответов



(Не обязательно) пожелания и критика. Только по сайту

4 ответа

Всё здорово и понятно

оранжевый текст поверх синего фона сложно воспринимать глазу

В будущем хотелось бы чтобы был переключатель на светлую тему 👍

В разделе история и о чем сайт не правильное отображение разделов наверху сайта

Бриф на разработку сайта

1. Информация о заказчике

Полное наименование организации: АО «СинТЗ», Отдел Технического Контроля

Контактное лицо: Потанин Олег Григорьевич

Должность: Начальник участка ТК

Контактные данные: PotaninOG@sintz.ru

2. Информация об услугах

Сфера деятельности: Выпуск готовой продукции

Услуги организации: Технический контроль

Цель создания сайта:

-Ознакомление с технологией 3D-печати

-Получение новых знаний, применение полученных навыков технического контроля для сотрудников предприятия

Планируемое доменное имя сайта: how3d.ru, how-3d.ru

Срок запуска проекта: 15 февраля 2021 года

3. Информация о существующем фирменном стиле

	Наличие (да/нет)
Логотип	Нет
Фирменные цвета	Нет
Фирменный стиль	Нет

4. Тип сайта

Информационный сайт. Предоставление сотрудникам предприятия информационно-образовательного ресурса

5. Дополнительные языковые версии сайта

Поддержка только русского языка

6. Целевая аудитория сайта.

Типы посетителей:

-для сотрудников предприятия

-для всех заинтересованных получить полноценную информацию о технологии 3D-печати

Характеристики посетителей:

Сотрудники отдела

Социальный статус: взрослые, рабочие

Возраст: от 18 и старше

7. Задачи, которые будут решать посетители сайта.

Ознакомление с актуальной информацией по технологии 3D-печати, 3D-моделирование деталей

8. Требования к наполнению сайта

Верх сайта должен быть с разделами, где можно быстро получить информацию какой-либо технологии или по 3D-принтерам

Макет должен соответствовать пункту 9.3 «Структура страницы», после формирования шаблона приступить к наполнению сайта информацией, касаемо технологии 3D-печати

9. Технические требования к сайту.

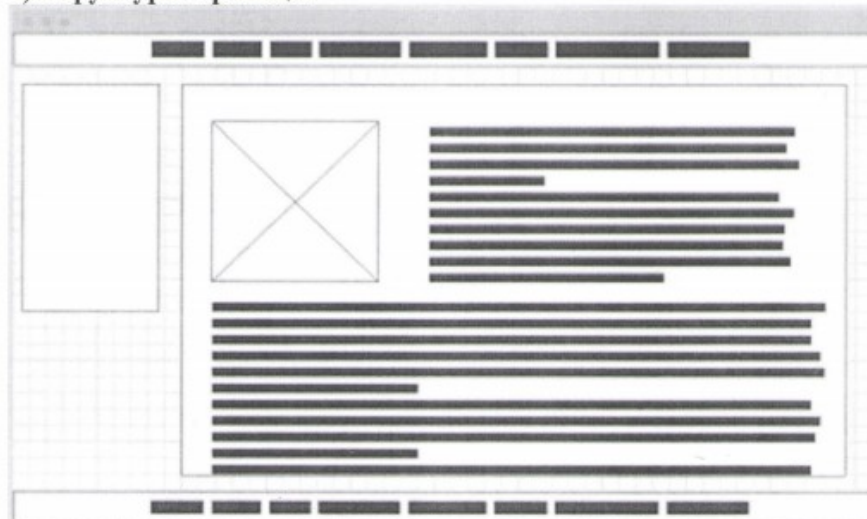
1) Тип шаблона

Резиновый макет

2) Какие разрешения должны поддерживаться?

Современные разрешения экранов, 4:3 не ниже 1024x768, 5:4 не ниже 1280x1024, 16:9 не ниже 1600x900

3) Структура страницы



Главная страница, наверху страницы «шапка» с разделами, слева меню с текстовой информацией или с ссылками на информацию, основной текст справа, возможно применение картинок, таблиц, схем

4) Размер текста

Не меньше 16 px.



Дополнительные разделы могут иметь такой вид. Возможно применение картинок и текстовой информации

5) Система управления сайтом (CMS)

Не требуется

10. Описание дизайна сайта

1) Цветовая гамма сайта

Темная

2) Яркость сайта

Нейтральный

3) Насыщенность графикой

Допускаются фото- и видеоматериалы в больших количествах, если они будут соответствовать тематике сайта

4) Различны ли главная и внутренняя страницы сайта?

Различны, поэтому необходимо изготовление дизайн-макета как главной, так и внутренней страниц сайта

5) Количество используемых цветов в дизайне

Разноцветный, но не перегруженный

11. Модули сайта

Наименование модуля	Да/нет
Поиск по сайту	Нет
Информационные блоки	Да
Веб-формы	Нет
Форумы	Нет
Форма обратной связи	Да
Голосование (Опросы)	Нет
Слайдер изображений	Да
Защита форм картинкой (captcha)	Нет

Реклама (управление баннерами)	Нет
Техподдержка (онлайн консультации)	Нет
Облако тегов	Нет
Другие (указать)	Наличие кнопки «Наверх»

Подпись заказчика _____

Подпись исполнителя _____

